

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-49400

(P2002-49400A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	フォーマット (参考)
G 1 0 L 19/14		H 0 3 M 7/34	5 D 0 4 5
19/04		G 1 0 L 9/14	K 5 J 0 6 4
11/02			J
H 0 3 M 7/34			D

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-238894(P2000-238894)

(22) 出願日 平成12年8月2日 (2000.8.2)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72) 発明者 渡辺 勉

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体

(57) 【要約】

【課題】 デジタル信号の波形再現性を一段と向上し得るデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体を提案する。

【解決手段】 入力デジタル信号D10の包絡線に基づいて入力デジタル信号D10のクラスを分類し、当該分類されたクラスに対応した予測方式で入力デジタル信号D10を変換するようにしたことにより、一段と入力デジタル信号の特徴に適応した変換を行うことができる。

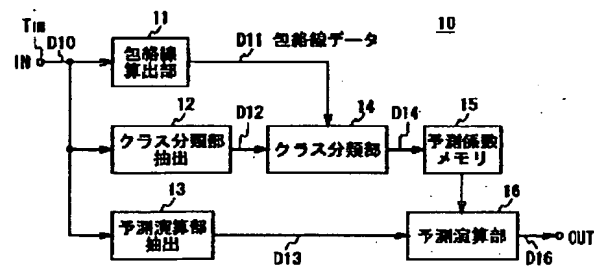


図1 オーディオ信号処理装置の構成

【特許請求の範囲】

【請求項1】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置において、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出手段と、

上記算出された包絡線に基づいて上記入力デジタル信号のクラスを分類するクラス分類手段と、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記入力デジタル信号を予測演算することにより上記入力デジタル信号を変換してなるデジタル信号を生成する予測演算手段とを具備することを特徴とするデジタル信号処理装置。

【請求項2】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項3】上記予測演算手段は、予め所望とするデジタル信号に基づいて学習により生成されている予測係数を用いることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項4】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理方法において、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記入力デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記入力デジタル信号を予測演算することにより上記入力デジタル信号を変換してなるデジタル信号を生成する予測演算ステップとを具備することを特徴とするデジタル信号処理方法。

【請求項5】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項4に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項6】上記予測演算ステップでは、予め所望とするデジタル信号に基づいて学習により生成されている予測係数が用いられることを特徴とする請求項4に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項7】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習装置において、

所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成手段と、

上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出手段と、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類手段と、

上記入力デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出手段とを具備することを特徴とする学習装置。

【請求項8】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項7に記載の学習装置。

【請求項9】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習方法において、

所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成ステップと、

10 上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記入力デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出ステップとを具備することを特徴とする学習方法。

【請求項10】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項9に記載の学習方法。

【請求項11】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置において、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出手段と、

上記算出された包絡線に基づいて上記デジタル信号のクラスを分類するクラス分類手段と、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で新たな包絡線を算出する包絡線予測演算手段と、

上記入力デジタル信号から搬送波を抽出する搬送波抽出手段と、

30 上記包絡線予測演算手段によって算出された上記新たな包絡線に基づいて上記搬送波を変調することにより上記入力デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成する変調手段とを具備することを特徴とするデジタル信号処理装置。

【請求項12】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項11に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項13】上記包絡線予測演算手段は、予め所望とするデジタル信号に基づいて学習により生成されている予測係数を用いることを特徴とする請求項11に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項14】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理方法において、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で新たな包絡線を算出する包絡線予測演算ステップと、

上記入力デジタル信号から搬送波を抽出するステップと、

上記包絡線予測演算ステップによって算出された上記新たな包絡線に基づいて上記搬送波を変調することにより上記入力デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成するステップとを具えることを特徴とするデジタル信号処理方法。

【請求項15】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項14に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項16】上記包絡線予測演算ステップでは、予め所望とするデジタル信号に基づいて学習により生成されている予測係数が用いられることを特徴とする請求項14に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項17】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習装置において、所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成手段と、

上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する第1の包絡線算出手段と、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類手段と、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する第2の包絡線算出手段と、

上記第1の包絡線算出手段により算出された上記生徒デジタル信号の包絡線と上記第2の包絡線算出手段により算出された上記入力デジタル信号の包絡線とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出手段とを具えることを特徴とする学習装置。

【請求項18】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項17に記載の学習装置。

【請求項19】入力デジタル信号を変換するデジタル信号処理装置の上記変換処理の予測演算に用いられる予測係数を生成する学習方法において、

所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成ステップと、

上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する第1の包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記入力デジタル信号の包絡線を算出する第2の包絡線算出ステップと、

上記算出された上記生徒デジタル信号の包絡線と上記算出された上記入力デジタル信号の包絡線とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出ステップとを具えることを特徴とする学習方法。

【請求項20】上記入力デジタル信号はデジタルオーディオ信号であることを特徴とする請求項19に記載の学習方法。

【請求項21】入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記入力デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で上記入力デジタル信号を予測演算することにより上記入力デジタル信号を変換してなるデジタル信号を生成する予測

10 演算ステップとを含むプログラムをデジタル信号処理装置に実行させるプログラム格納媒体。

【請求項22】所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成ステップと、

上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

20 上記デジタル信号と上記生徒デジタル信号とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出ステップとを含むプログラムを学習装置に実行させるプログラム格納媒体。

【請求項23】入力デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記分類されたクラスに対応した予測方式で新たな包絡線を算出する包絡線予測演算ステップと、

30 上記入力デジタル信号から搬送波を抽出する搬送波抽出ステップと、

上記包絡線予測演算手段によって算出された上記新たな包絡線に基づいて上記搬送波を変調することにより上記入力デジタル信号を変換してなる新たなデジタル信号を生成する変調ステップとを含むプログラムをデジタル信号処理装置に実行させるプログラム格納媒体。

【請求項24】所望とするデジタル信号から当該デジタル信号を劣化させた生徒デジタル信号を生成する生徒デジタル信号生成ステップと、

40 上記生徒デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された包絡線に基づいて上記生徒デジタル信号のクラスを分類するクラス分類ステップと、

上記デジタル信号の包絡線を算出する包絡線算出ステップと、

上記算出された上記生徒デジタル信号の包絡線と上記算出された上記デジタル信号の包絡線とに基づいて上記クラスに対応する予測係数を算出する予測係数算出ステップとを含むプログラムを学習装置に実行させるプログラム格納媒体。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体に関し、レートコンバータ又はPCM(Pulse Code Modulation)復号装置等においてデジタル信号に対してデータの補間処理を行うデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、デジタルオーディオ信号をデジタル／アナログコンバータに入力する前に、サンプリング周波数を元の値の数倍に変換するオーバーサンプリング処理を行っている。これにより、デジタル／アナログコンバータから出力されたデジタルオーディオ信号はアナログ・アンチ・エイリアス・フィルタの位相特性が可聴周波数高域で一定に保たれ、また、サンプリングに伴うデジタル系のイメージ雑音の影響が排除されるようになされている。

【0003】かかるオーバーサンプリング処理では、通常、線形一次(直線)補間方式のデジタルフィルタが用いられている。このようなデジタルフィルタは、サンプリングレートが変わったりデータが欠落した場合等に、複数の既存データの平均値を求めて直線的な補間データを生成するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、オーバーサンプリング処理後のデジタルオーディオ信号は、線形一次補間によって時間軸方向に対してデータ量が数倍に緻密になっているものの、オーバーサンプリング処理後のデジタルオーディオ信号の周波数帯域は変換前とあまり変わらず、音質そのものは向上していない。さらに、補間されたデータは必ずしもA/D変換前のアナログオーディオ信号の波形に基づいて生成されたのではないため、波形再現性もほとんど向上していない。

【0005】また、サンプリング周波数の異なるデジタルオーディオ信号をダビングする場合において、サンプリング・レート・コンバータを用いて周波数を変換しているが、かかる場合でも線形一次デジタルフィルタによって直線的なデータの補間しか行うことができず、音質や波形再現性を向上することが困難であった。さらに、デジタルオーディオ信号のデータサンプルが欠落した場合において同様である。

【0006】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、デジタル信号の波形再現性を一段と向上し得るデジタル信号処理方法、学習方法及びそれらの装置並びにプログラム格納媒体を提案しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、入力デジタル信号の包絡線に基

づいて入力デジタル信号のクラスを分類し、当該分類されたクラスに対応した予測方式で入力デジタル信号を変換するようにしたことにより、一段と入力デジタル信号の特徴に適応した変換を行うことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0009】(1)第1の実施の形態

図1においてオーディオ信号処理装置10は、デジタルオーディオ信号(以下これをオーディオデータと呼ぶ)のサンプリングレートを上げたり、オーディオデータを補間する際に、真値に近いオーディオデータをクラス分類適用処理によって生成するようになされている。因みに、デジタルオーディオ信号とは、人や動物が発する声を表す音声信号、楽器が発する楽音を表す楽音信号、及びその他の音を表す信号を意味するものである。

【0010】すなわち、オーディオ信号処理装置10において、包絡線算出部11は入力端子T_{IN}から供給された図2(A)に示す入力オーディオデータD10を所定時間毎の領域(この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎とする)に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、後述する包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0011】包絡線算出部11は入力オーディオデータD10のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果を入力オーディオデータD10の包絡線波形データD11(図2(B))としてクラス分類部14に供給する。

【0012】また、クラス分類部抽出部12は入力端子T_{IN}から供給された図2(A)に示す入力オーディオデータD10を、包絡線算出部11の場合と同様の時間領域(この実施の形態の場合例えば6サンプル)に分割することによりクラス分類しようとするオーディオ波形データD12を抽出し、これをクラス分類部14に供給する。

【0013】クラス分類部14は、クラス分類抽出部12において切り出されたオーディオ波形データD12に対応する包絡線波形データD11について、当該包絡線波形データD11を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)回路部と、包絡線波形データD11の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

【0014】ADRC回路部は包絡線波形データD11に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0015】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ(包絡線波形データ)をクラス分類しようと

する場合、 2^6 という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部14ではその内部に設けられたADRRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラス

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$Q = \{ (L - MIN + 0.5) \times 2^n / DR \} \dots\dots (1)$$

【0018】に従って、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。なお、(1)式において{ }は小数点以下の切り捨て処理を意味する。かくして包絡線算出部11において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット($m=8$)で構成されているとすると、これらはADRRC回路部においてそれぞれが2※

$$class = \sum_{i=1}^n q_i (2^m)^i \dots\dots (2)$$

【0021】に示す演算を実行することにより、そのブロック($q_1 \sim q_n$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラスコードデータD14を予測係数メモリ15に供給する。このクラスコードclassは、予測係数メモリ15から予測係数を読み出す際の読み出しアドレスを示す。因みに(2)式において、 n は圧縮された包絡線波形データ q_i の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、また P はビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

【0022】このようにして、クラス分類部14はクラス分類部抽出部12において入力オーディオデータD10から切り出されたオーディオ波形データD12に対応する包絡線波形データD11のクラスコードデータD14を生成し、これを予測係数メモリ15に供給する。★

$$y' = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots\dots + w_n x_n \dots\dots (3)$$

【0026】に示す積和演算を行うことにより、予測結果 y' を得る。この予測値 y' が、音質が改善されたオーディオデータD16(図2(C))として予測演算部16から出力される。

【0027】なお、オーディオ信号処理装置10の構成として図1について上述した機能ブロックを示したが、この機能ブロックを構成する具体的構成として、この実施の形態においては図3に示すコンピュータ構成の装置を用いる。すなわち、図3において、オーディオ信号処理装置10は、バスBUSを介してCPU21、ROM(Read Only Memory)22、予測係数メモリ15を構成するRAM(Random Access Memory)15、及び各回路部がそれぞれ接続された構成を有し、CPU11はROM22に格納されている種々のプログラムを実行することに

※スに分類することができる。

【0016】ここで、ADRRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当を m 、各包絡線波形データのデータレベルを L 、量子化コードを Q とすると、次式、

【0017】

【数1】

※ビットに圧縮される。

【0019】このようにして圧縮された包絡線波形データをそれぞれ q_i ($n=1 \sim 6$)とすると、クラス分類部14に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮された包絡線波形データ q_i に基づいて、次式、

【0020】

【数2】

20★【0023】予測係数メモリ15には、各クラスコードに対応する予測係数のセットがクラスコードに対応するアドレスにそれぞれ記憶されており、クラス分類部14から供給されるクラスコードデータD14に基づいて、当該クラスコードに対応するアドレスに記憶されている予測係数のセット $w_1 \sim w_n$ が読み出され、予測演算部16に供給される。

【0024】予測演算部16は、予測演算部抽出部13において入力オーディオデータD10から時間軸領域で切り出された予測演算しようとするオーディオ波形データ(予測タップ)D13($x_1 \sim x_n$)と、予測係数 $w_1 \sim w_n$ に対して、次式

【0025】

【数3】

より、図1について上述した各機能ブロック(包絡線算出部11、クラス分類部抽出部12、予測演算部抽出部13、クラス分類部14及び予測演算部16)として動作するようになされている。

【0028】また、オーディオ信号処理装置10にはネットワークとの間で通信を行う通信インターフェース24、フロッピーディスクや光磁気ディスク等の外部記憶媒体から情報を読み出すリムーバブルドライブ28を有し、ネットワーク経由又は外部記憶媒体から図1について上述したクラス分類適用処理を行うための各プログラムをハードディスク装置25のハードディスクに読み込み、当該読み込まれたプログラムに従ってクラス分類適用処理を行うこともできる。

50 【0029】ユーザは、キーボードやマウス等の入力手

段26を介して種々のコマンドを入力することにより、CPU21に対して図1について上述したクラス分類処理を実行させる。この場合、オーディオ信号処理装置10はデータ入出力部27を介して音質を向上させようとするオーディオデータ（入力オーディオデータ）D10を入力し、当該入力オーディオデータD10に対してクラス分類適用処理を施した後、音質が向上したオーディオデータD16をデータ入出力部27を介して外部に出力し得るようになされている。

【0030】因みに、図4はオーディオ信号処理装置10におけるクラス分類適用処理の処理手順を示し、オーディオ信号処理装置10はステップSP101から当該処理手順に入ると、続くステップSP102において入力オーディオデータD10の包絡線を包絡線算出部11において算出する。

【0031】この算出された包絡線は入力オーディオデータD10の特徴を表すものであり、オーディオ信号処理装置10は、ステップSP103に移ってクラス分類部14により包絡線に基づいてクラスを分類する。そしてオーディオ信号処理装置10はクラス分類の結果得られたクラスコードを用いて予測係数メモリ15から予測係数を読み出す。この予測係数は予め学習によりクラス毎に対応して格納されており、オーディオ信号処理装置10はクラスコードに対応した予測係数を読み出すことにより、このときの包絡線の特徴に合致した予測係数を用いることができる。

【0032】予測係数メモリ15から読み出された予測係数は、ステップSP104において予測演算部16の予測演算に用いられる。これにより、入力オーディオデータD10はその包絡線の特徴に適応した予測演算により、所望とするオーディオデータD16に変換される。かくして入力オーディオデータD10はその音質が改善されたオーディオデータD16に変換され、オーディオ信号処理装置10はステップSP105に移って当該処理手順を終了する。

【0033】次に、オーディオ信号処理装置10の包絡線算出部11における入力オーディオデータD10の包絡線の算出方法について説明する。

【0034】すなわち、図5に示すように、包絡線算出部11（図1）は包絡線算出処理手順RT1に入ると、ステップSP1において外部から入力されてくる正負の極性がある入力オーディオデータD10をデータ入出力部27を介して入力し、続くステップSP2及びSP10に移る。

【0035】ステップSP2において包絡線算出部11は、図6に示すように、外部から入力されてくる正負の極性がある入力オーディオデータD10のうち、正領域AR1の信号成分のみを検出及び保持し、負領域AR2の信号線分をゼロレベルとし、ステップSP3に移る。

【0036】ステップSP3において包絡線算出部11

は、図7に示すように、正領域AR1の入力オーディオデータD10の振幅がゼロレベルと重なるサンプリング時間位置DO1からその次に振幅がゼロレベルと重なるサンプリング時間位置DO2までの間（以下、これをゼロクロス間と呼ぶ）CR1での振幅の最大値x1を検出し、当該最大値x1が予め包絡線検出プログラムにて設定されている閾値よりも高い値であるか否かを判断する。

【0037】因みに、包絡線検出プログラムで予め設定される閾値は、ゼロクロス間の振幅の最大値x1を包絡線の候補値（サンプリング点）とするか否かを決定づける所定の値となっており、結果としてなめらかな包絡線を検出し得るような値に設定しておき、このときの判断対象であるゼロクロス間CR1の振幅の最大値x1が当該閾値よりも高い値となる場合にはステップSP4に移る。また、このときの判断対象であるゼロクロス間の振幅の最大値が閾値よりも低い値となる場合、包絡線算出部11は、当該閾値よりも高い値となる最大値x1（候補値（サンプリング点））が存在するゼロクロス間CR1を検出するまで続ける。

【0038】ステップSP4において包絡線算出部11は、候補値（サンプリング点）とされた最大値x1が存在するゼロクロス間CR1の次のゼロクロス間CR2の最大値x2を検出（図7）し、ステップSP5に移る。

【0039】ステップSP5において包絡線算出部11は、ステップSP3及びSP4において得られた各最大値x1及びx2に対して $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で表される関数によって算出された値に最大値x1を乗じた値が当該最大値x2よりも高い値であるか否かを判断する。

【0040】因みに、関数 $f(t)$ において、「 t_2 」及び「 t_1 」は、各最大値x1及びx2が検出されたサンプリング時間位置を表しており、例えばこのとき入力される信号（入力オーディオデータD10）がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、ゼロクロス間のサンプル数は5～20サンプルとなる場合が多いため、「 t_2 」及び「 t_1 」においても5～20サンプルとなる。また、「p」は任意に設定し得るパラメータであり、例えばこのとき入力される信号（入力オーディオデータD10）がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、 $p = -90$ などとされる。

【0041】さらに関数 $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で表される値に最大値x1を乗じた値は、最大値x1及びx2間の傾きを表すようになされており、当該関数 $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で表される値に最大値x1を乗じた値よりも最大値x2の値のほうが大きい場合には、最大値x1と最大値x2との振幅差が少ないことにより、結果としてなめらかな包絡線を検出し得る。従っ

て、このときの判断対象である最大値 x_2 が当該関数によって表される値に最大値 x_1 を乗じた値よりも高い値となる場合にはステップSP5において肯定結果を得、続くステップSP6に移る。

【0042】これに対して最大値 x_2 が当該関数によって表される値に最大値 x_1 を乗じた値よりも低い値となる場合には、ステップSP4において、関数によって表される値に最大値 x_1 を乗じた値よりも高い値である最大値 x_2 （図7）が検出されるまでゼロクロス間（CR3・・・CRn）の振幅の最大値 x_2 （図7）を検出するようになされており、このとき再度検出して得られた最大値 x_2 と、ステップSP3において得られた最大値 x_1 とに対して、 $f(t)=p(t_i-t_{i-1})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_1 を乗じた値が再度検出して得られた最大値 x_2 よりも高い値であると判断されるまで最大値 x_2 の検出を繰り返す。

【0043】ステップSP6において包絡線算出部11は、包絡線の候補値（サンプリング点）とされた最大値 x_1 及び最大値 x_2 間のデータに対して線形一次補間方法を用いて補間処理を施し、続くステップSP7及びS

P8に移る。

【0044】ステップSP7において包絡線算出部11は、補間処理を施した最大値 x_1 及び最大値 x_2 間のデータ及び候補値（サンプリング点）を包絡線データD11（図1）として、クラス分類部14（図1）に出力する。

【0045】また、ステップSP8において包絡線算出部11は、外部から入力されてくる入力オーディオデータD10が全て入力されたか否かを判断する。ここで否定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10が続いて入力されていることを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP3に戻って、入力オーディオデータD10の正領域AR1からゼロクロス間CR1の振幅の最大値 x_1 を再び検出する。

【0046】これに対して、ステップSP8において肯定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10を全て入力し終わったことを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP20に移って包絡線算出処理手順RT1を終了する。

【0047】一方、ステップSP10において包絡線算出部11は、外部から入力される正負の極性がある入力オーディオデータD10のうち、負領域AR2（図6）の信号成分のみを検出及び保持し、正領域AR1（図6）の信号成分をゼロレベルとし、ステップSP11に移る。

【0048】ステップSP11において包絡線算出部11は、図8に示すように、負領域AR2のゼロクロス間CR11の振幅の最大値 x_{11} を検出し、ステップSP3と同様に最大値 x_{11} が予め包絡線検出プログラムにて設定されている閾値よりも負方向に高い値であるか否

かを判断する。ここで肯定結果が得られた（すなわち、閾値よりも負方向に高い値である）場合には、ステップSP12に移り、否定結果が得られた（すなわち、閾値よりも負方向に低い値である）場合には、閾値よりも負方向に高い値となる最大値 y_{11} が検出されるまでステップSP11の検出処理を続ける。

【0049】ステップSP12において包絡線算出部11は、候補値（サンプリング点）とされた最大値 x_{11} が含まれるゼロクロス間CR'1の次のゼロクロス間CR'2の振幅の最大値 x_{12} を検出（図8）し、ステップSP13に移る。

【0050】ステップSP13において包絡線算出部11は、ステップSP5と同様にステップSP11及びSP12において得られた各最大値 x_{11} 及び x_{12} に対して $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に高い値であるか否かを判断する。因みに、「p」は任意に設定し得るパラメータであり、例えばこのとき入力される入力オーディオデータD10がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、 $p=90$ などとされる。

【0051】包絡線算出部11は、ステップSP13において、肯定結果が得られた（すなわち、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に高い値である）場合には、ステップSP14に移り、否定結果が得られた（すなわち、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に低い値である）場合には、ステップSP12において、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値よりも負の方向に高い値である最大値 x_{12} （図8）が検出されるまでゼロクロス間（CR'3・・・CR'n）の振幅の最大値 x_{12} （図8）を検出する。

【0052】ステップSP14において包絡線算出部11は、包絡線の候補値（サンプリング点）とされた最大値 x_{11} 及び最大値 x_{12} 間のデータに対して線形一次補間方法を用いて補間処理を施し、続くステップSP7及びSP15に移る。

【0053】ステップSP7において包絡線算出部11は、補間処理を施した最大値 x_{11} 及び最大値 x_{12} 間のデータ及び候補値（サンプリング点）を包絡線データD11（図1）として、クラス分類部14（図1）に出力する。

【0054】また、ステップSP15において包絡線算出部11は、外部から入力されてくる入力オーディオデータD10が全て入力されたか否かを判断する。ここで否定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10が続いて入力されていることを表しており、こ

のとき包絡線算出部11は、ステップSP11に戻って、入力オーディオデータD10の負領域AR2からゼロクロス間の振幅の最大値x11を再び検出する。

【0055】これに対して、ステップSP15において肯定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10を全て入力し終わったことを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP20に移って包絡線算出処理手順RT1を終了する。

【0056】このように、包絡線算出部11は簡単な包絡線算出アルゴリズムによって、結果として正領域AR1では図9に示すような、なめらかな包絡線ENV5、及び負領域AR2では図10に示すような、なめらかな包絡線ENV6を生成させ得る包絡線データ（候補値（サンプリング点）と、補間処理を行った候補値間のデータ）をリアルタイムに算出することができる。

【0057】次に、図1について上述した予測係数メモリ15に記憶するクラス毎の予測係数のセットを予め学習によって得るための学習回路について説明する。

【0058】図11において、学習回路30は、高音質の教師オーディオデータD30を生徒信号生成フィルタ37に受ける。生徒信号生成フィルタ37は、間引き率設定信号D39により設定された間引き率で教師オーディオデータD30を所定時間ごとに所定サンプル間引くようになされている。

【0059】この場合、生徒信号生成フィルタ37における間引き率によって、生成される予測係数が異なり、これに応じて上述のオーディオ信号処理装置10で再現されるオーディオデータも異なる。例えば、上述のオーディオ信号処理装置10においてサンプリング周波数を高くすることでオーディオデータの音質を向上しようとする場合、生徒信号生成フィルタ37ではサンプリング周波数を減らす間引き処理を行う。また、これに対して上述のオーディオ信号処理装置10において入力オーディオデータD10の欠落したデータサンプルを補うことで音質の向上を図る場合には、これに応じて、生徒信号生成フィルタ37ではデータサンプルを欠落させる間引き処理を行うようになされている。

【0060】かくして、生徒信号生成フィルタ37は教師オーディオデータD30から所定の間引き処理により生徒オーディオデータD37を生成し、これを包絡線算出部31、クラス分類部抽出部32及び予測演算部抽出部33にそれぞれ供給する。

【0061】包絡線算出部31は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を所定時間毎の領域（この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎とする）に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、図5について上述した包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0062】包絡線算出部31は生徒オーディオデータD37のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果

を生徒オーディオデータD37の包絡線波形データD31としてクラス分類部34に供給する。

【0063】また、クラス分類部抽出部32は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を、包絡線算出部31の場合と同様の時間領域（この実施の形態の場合例えば6サンプル）に分割することによりクラス分類しようとするオーディオ波形データD32を抽出し、これをクラス分類部34に供給する。

【0064】クラス分類部34は、クラス分類抽出部32において切り出されたオーディオ波形データD32に対応する包絡線波形データD31について、当該包絡線波形データD31を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding) 回路部と、包絡線波形データD31の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

【0065】ADRC回路部は包絡線波形データD31に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0066】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ（包絡線波形データ）をクラス分類しようとする場合、 2^8 という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部14ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

【0067】ここで、ADRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当をm、各包絡線波形データのデータレベルをL、量子化コードをQとして、上述の(1)式と同様の演算により、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。かくして包絡線算出部1において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット($m=8$)で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

【0068】このようにして圧縮された包絡線波形データをそれぞれ q_n ($n=1\sim6$)とすると、クラス分類部34に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮された包絡線波形データ q_n に基づいて、上述の(2)式と同様の演算を実行することにより、そのブロック($q_1\sim q_6$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラ

スコードデータD34を予測係数算出部36に供給する。因みに(2)式において、 n は圧縮された包絡線波形データ q の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、また P はビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

【0069】このようにして、クラス分類部34はクラス分類部抽出部32において切り出されたオーディオ波形データD32に対応する包絡線波形データD31のクラスコードデータD34を生成し、これを予測係数算出部36に供給する。また、予測係数算出部36には、クラスコードデータD34に対応した時間軸領域のオーディオ波形データD33(x_1, x_2, \dots, x_n)が予測演算部抽出部33において切り出されて供給される。

【0070】予測係数算出部36は、クラス分類部34から供給されたクラスコードclassと、各クラスコードclass毎に切り出されたオーディオ波形データD33

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots (4)$$

【0073】とする。学習前は、 w_n が未定係数である。

【0074】学習回路30では、クラスコード毎に、複数のオーディオデータに対して学習を行う。データサン

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad \dots (5)$$

【0076】が設定される。但し $k=1, 2, \dots, M$ である。

【0077】 $M > n$ の場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意的に決まらないので、誤差ベクトル e の要素を次

$$e_k = y_k - (w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}) \quad \dots (6)$$

【0079】によって定義し(但し、 $k=1, 2, \dots, M$)、次式、

$$e^2 = \sum_{k=1}^M e_k^2 \quad \dots (7)$$

【0081】を最小にする予測係数を求める。いわゆる、最小自乗法による解法である。

【0082】ここで、(7)式による w_n の偏微分係数

$$\begin{aligned} \frac{\partial e^2}{\partial w_i} &= \sum_{k=1}^M 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=1}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \\ &= \sum_{k=1}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad \dots (8) \end{aligned}$$

【0084】を「0」にするように、各 w_n ($n=1 \sim 6$)を求めれば良い。

【0085】そして、次式、

$$X_{i1} = \sum_{k=1}^M x_{k1} \cdot x_{ki} \quad \dots (9)$$

【0087】

$$Y_i = \sum_{k=1}^M x_{k1} \cdot y_k \quad \dots (10)$$

*と、入力端 T_{1n} から供給された高音質の教師オーディオデータD30とを用いて、正規方程式を立てる。

【0071】すなわち、生徒オーディオデータD37の n サンプルのレベルをそれぞれ x_1, x_2, \dots, x_n として、それぞれに p ビットのADRCを行った結果の量子化データを q_1, \dots, q_n とする。このとき、この領域のクラスコードclassを上掲の(2)式のように定義する。そして、上述のように生徒オーディオデータD37のレベルをそれぞれ、 x_1, x_2, \dots, x_n とし、高音質の教師オーディオデータD30のレベルを y としたとき、クラスコード毎に、予測係数 w_1, w_2, \dots, w_n による n タップの線形推定式を設定する。これを次式、

【0072】

【数4】

※ブル数が M の場合、上述の(4)式に従って、次式、

20 【0075】

【数5】

★式、

【0078】

【数6】

☆【0080】

☆30 【数7】

◆を求める。この場合、次式、

【0083】

【数8】

*【0086】

【数9】

*

※ ※【数10】

【0088】のように、 X_i 、 Y_i を定義すると、
 (8) 式は行列を用いて次式、

$$\begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & \dots & X_{1,n} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & \dots & X_{2,n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{n,1} & X_{n,2} & \dots & X_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots\dots (11)$$

【0090】として表される。

【0091】この方程式は、一般に正規方程式と呼ばれ

ている。なお、ここでは $n=6$ である。
 【0092】全ての学習用データ（教師オーディオデータD30、クラスコードclass、オーディオ波形データD33）の入力が完了した後、予測係数算出部36は各クラスコードclassに上述の(11)式に示した正規方程式を立てて、この正規方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、各 w_i について解き、各クラスコード毎に、予測係数を算出する。予測係数算出部36は、算出された各予測係数(D36)を予測係数メモリ15に書き込む。

【0093】このような学習を行った結果、予測係数メモリ15には、量子化データ q_1 、……、 q_n で規定されるパターン毎に、高音質のオーディオデータ y を推定するための予測係数が、各クラスコード毎に格納される。この予測係数メモリ15は、図1について上述したオーディオ信号処理装置10において用いられる。かかる処理により、線形推定式に従って通常のオーディオデータから高音質のオーディオデータを作成するための予測係数の学習が終了する。

【0094】このように、学習回路30は、オーディオ信号処理装置10において補間処理を行う程度を考慮して、生徒信号生成フィルタ37で高音質の教師オーディオデータの間引き処理を行うことにより、オーディオ信号処理装置10における補間処理のための予測係数を生成することができる。

【0095】以上の構成において、オーディオ信号処理装置10は、包絡線算出部11において入力オーディオデータD10の時間波形領域での包絡線を算出する。この包絡線は入力オーディオデータD10の音質ごとに変わるもので、オーディオ信号処理装置10は入力オーディオデータD10の包絡線に基づいてそのクラスを特定する。

【0096】オーディオ信号処理装置10は、予め学習時に例えば歪みのない高音質のオーディオデータ（教師オーディオデータ）を得るための予測係数をクラス毎に求めておき、包絡線に基づいてクラス分類された入力オーディオデータD10をそのクラスに応じた予測係数により予測演算する。これにより、入力オーディオデータD10はその音質に応じた予測係数を用いて予測演算されるので、実用上十分な程度に音質が向上する。

*【0089】

*【数11】

【0097】また、クラス毎の予測係数を生成する学習時において、位相の異なる多数の教師オーディオデータについてそれぞれに対応した予測係数を求めておくことにより、オーディオ信号処理装置10における入力オーディオデータD10のクラス分類適応処理時に位相変動が生じて、位相変動に対応した処理を行うことができる。

【0098】以上の構成によれば、入力オーディオデータD10の時間波形領域における包絡線に基づいて入力オーディオデータD10をクラス分類し、当該クラス分類された結果に基づく予測係数を用いて入力オーディオデータD10を予測演算するようにしたことにより、入力オーディオデータD10を一段と高音質のオーディオデータD16に変換することができる。

【0099】なお上述の実施の形態においては、オーディオ信号処理装置10及び学習装置30において、クラス分類部抽出部12、32及び予測演算部抽出部13、33により入力オーディオデータD10、D37を常に一定の範囲毎に切り出す場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば図1及び図11との対応部分に同一符号を付して示す図12及び図13に示すように、包絡線算出部11、31において算出された包絡線の特徴に基づいて抽出制御信号CONT11、CONT31を可変クラス分類部抽出部12'、可変予測演算部抽出部13'及び可変クラス分類部抽出部32'、可変予測演算部抽出部33'に供給することにより入力オーディオデータD10、D37の切り出し範囲を制御するようにしても良い。

【0100】また上述の実施の形態においては、包絡線データD11に基づいてクラス分類する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、クラス分類部抽出部12において入力オーディオデータD10の波形からクラス分類を行うと共に、包絡線算出部11において包絡線のクラスを算出し、これら2つのクラス情報をクラス分類部14において統合することにより、入力オーディオデータD10の波形とその包絡線との両方に基づくクラス分類を行うようにしても良い。

【0101】(2)第2の実施の形態

図1との対応部分に同一符号を付して示す図14において包絡線算出部11は入力端子 T_{in} から供給された図15(A)に示す入力オーディオデータD10を所定時間毎の領域（この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎

とする)に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、図5について上述した包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0102】包絡線算出部11は入力オーディオデータD10のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果を入力オーディオデータD10の包絡線波形データD11(図15(C))としてクラス分類部14、包絡線残差算出部111及び包絡線予測演算部116に供給する。

【0103】包絡線残差算出部111は入力オーディオデータD10と、包絡線算出部11から供給された包絡線データD11との残差を求め、これを正規化部112において正規化することにより、入力オーディオデータD10の搬送波D112(図15(B))を抽出し、これを変調部117に供給する。

【0104】クラス分類部14は、包絡線波形データD11について、当該包絡線波形データD11を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)回路部と、包絡線波形データD11の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

【0105】ADRC回路部は包絡線波形データD11に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0106】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ(包絡線波形データ)をクラス分類しようとする場合、 2^8 という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部14ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

【0107】ここで、ADRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当をm、各包絡線波形データのデータレベルをL、量子化コードをQとすると、上述の(1)式に従って、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。なお、(1)式において{ }は小数点以下の切り捨て処理を意味する。かくして包絡線算出部1において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット(m=8)で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

【0108】このようにして圧縮された包絡線波形デー

タをそれぞれ q_n ($n=1\sim6$)とすると、クラス分類部14に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮された包絡線波形データ q_n に基づいて、上述の(2)式に示す演算を実行することにより、そのブロック($q_1\sim q_6$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラスコードデータD14を予測係数メモリ15に供給する。このクラスコードclassは、予測係数メモリ15から予測係数を読み出す際の読み出しアドレスを示す。

【0109】このようにして、クラス分類部14は包絡線波形データD11のクラスコードデータD14を生成し、これを予測係数メモリ15に供給する。

【0110】予測係数メモリ15には、各クラスコードに対応する予測係数のセットがクラスコードに対応するアドレスにそれぞれ記憶されており、クラス分類部14から供給されるクラスコードデータD14に基づいて、当該クラスコードに対応するアドレスに記憶されている予測係数のセット $W_1\sim W_6$ が読み出され、包絡線予測演算部116に供給される。

【0111】包絡線予測演算部116は、包絡線算出部11において算出された包絡線波形データD11($X_1\sim X_6$)と、予測係数 $W_1\sim W_6$ に対して、上述の(3)式に示す積和演算を行うことにより、予測結果 y' を得る。この予測値 y' が、音質が改善されたオーディオデータの包絡線データD116(図14(C))として変調部117に供給される。

【0112】かくして、変調部117は、包絡線残差算出部111から供給された搬送波D112を包絡線データD116により変調することにより、図15(D)に示すような音質が改善されたオーディオデータD117を生成し、これを出力する。因みに、図16はオーディオ信号処理装置100におけるクラス分類適応処理の処理手順を示し、オーディオ信号処理装置100はステップSP111から当該処理手順に入ると、続くステップSP112において入力オーディオデータD10の包絡線を包絡線算出部11において算出する。

【0113】この算出された包絡線は入力オーディオデータD10の特徴を表すものであり、オーディオ信号処理装置100は、ステップSP113に移ってクラス分類部14により包絡線に基づいてクラスを分類する。そしてオーディオ信号処理装置100はクラス分類の結果得られたクラスコードを用いて予測係数メモリ115から予測係数を読み出す。この予測係数は予め学習によりクラス毎に対応して格納されており、オーディオ信号処理装置100はクラスコードに対応した予測係数を読み出すことにより、このときの包絡線の特徴に合致した予測係数を用いることができる。

【0114】予測係数メモリ115から読み出された予測係数は、ステップSP114において包絡線予測演算部116の予測演算に用いられる。これにより、入力オ

オーディオデータD10の包絡線の特徴に適應した予測演算により、所望とするオーディオデータD117を得るための新たな包絡線が算出される。ステップSP114において新たな包絡線が算出されると、オーディオ信号処理装置100は続くステップSP115において入力オーディオデータD10の搬送波を新たな包絡線により変調することにより、所望とするオーディオデータD117を得る。

【0115】かくして入力オーディオデータD10はその音質が改善されたオーディオデータD117に変換され、オーディオ信号処理装置100はステップSP116に移って当該処理手順を終了する。

【0116】次に、図14について上述した予測係数メモリ15に記憶するクラス毎の予測係数のセットを予め学習によって得るための学習回路について説明する。

【0117】図10との対応部分に同一符号を付して示す図16において、学習回路130は、高音質の教師オーディオデータD130を生徒信号生成フィルタ37に受ける。生徒信号生成フィルタ37は、間引き率設定信号D39により設定された間引き率で教師オーディオデータD130を所定時間ごととに所定サンプル間引くようになされている。

【0118】この場合、生徒信号生成フィルタ37における間引き率によって、生成される予測係数が異なり、これに応じて上述のオーディオ信号処理装置100で再現されるオーディオデータも異なる。例えば、上述のオーディオ信号処理装置100においてサンプリング周波数を高くすることでオーディオデータの音質を向上しようとする場合、生徒信号生成フィルタ37ではサンプリング周波数を減らす間引き処理を行う。また、これに対して上述のオーディオ信号処理装置100において入力オーディオデータD10の欠落したデータサンプルを補うことで音質の向上を図る場合には、これに応じて、生徒信号生成フィルタ37ではデータサンプルを欠落させる間引き処理を行うようになされている。

【0119】かくして、生徒信号生成フィルタ37は教師オーディオデータD130から所定の間引き処理により生徒オーディオデータD37を生成し、これを包絡線算出部31に供給する。

【0120】包絡線算出部31は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を所定時間毎の領域（この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎とする）に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、図4について上述した包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0121】包絡線算出部31は生徒オーディオデータD37のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果を生徒オーディオデータD37の包絡線波形データD31としてクラス分類部34に供給する。

【0122】クラス分類部34は、包絡線波形データD

31を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) 回路部と、包絡線波形データD31の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

【0123】ADRC回路部は包絡線波形データD31に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0124】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ（包絡線波形データ）をクラス分類しようとする場合、 2^8 という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部14ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

【0125】ここで、ADRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当をm、各包絡線波形データのデータレベルをL、量子化コードをQとして、上述の(1)式と同様の演算により、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。かくして包絡線算出部1において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット ($m=8$) で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

【0126】このようにして圧縮された包絡線波形データをそれぞれ q_n ($n=1\sim6$) とすると、クラス分類部34に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮された包絡線波形データ q_n に基づいて、上述の(2)式と同様の演算を実行することにより、そのブロック ($q_1\sim q_6$) が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラスコードデータD34を予測係数算出部136に供給する。

【0127】このようにして、クラス分類部34は包絡線波形データD31のクラスコードデータD34を生成し、これを予測係数算出部136に供給する。また、予測係数算出部136には、生徒オーディオデータD37に基づいて算出された包絡線波形データD31 (x_1, x_2, \dots, x_n) が供給される。

【0128】予測係数算出部136は、クラス分類部34から供給されたクラスコードclassと、生徒オーディオデータD37に基づいて各クラスコードclass毎に算出された包絡線波形データD31と、入力端 T_{in} から供

給された教師オーディオデータD130から包絡線算出部135において抽出された包絡線データ搬送波D135(図15(B))とを用いて、正規方程式を立てる。

【0129】すなわち、生徒オーディオデータD37に基づいて算出された包絡線波形データD31の n サンプルのレベルをそれぞれ x_1, x_2, \dots, x_n として、それぞれに p ビットのADRCを行った結果の量子化データを q_1, \dots, q_n とする。このとき、この領域のクラスコードclassを上掲の(2)式のように定義する。そして、上述のように生徒オーディオデータD37に基づいて算出された包絡線波形データD31のレベルをそれぞれ、 x_1, x_2, \dots, x_n とし、高音質の教師オーディオデータD130の包絡線波形のレベルを y としたとき、クラスコード毎に、予測係数 w_1, w_2, \dots, w_n による n タップの線形推定式を設定する。これを上述の(4)式とする。学習前は、 w_n が未定係数である。

【0130】学習回路130では、クラスコード毎に、複数のオーディオデータ(包絡線)に対して学習を行う。データサンプル数が M の場合、上述の(4)式に従って、上述の(5)式が設定される。但し $k=1, 2, \dots, M$ である。

【0131】 $M>n$ の場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意的に決まらないので、誤差ベクトル e の要素を(6)式によって定義し(但し、 $k=1, 2, \dots, M$)、(7)式を最小にする予測係数を求める。いわゆる、最小自乗法による解法である。

【0132】ここで、(7)式による w_n の偏微分係数を求める。この場合、(8)式を「0」にするように、各 W_n ($n=1\sim6$)を求めれば良い。

【0133】そして、(9)式及び(10)式のように、 X_{11}, Y_1 を定義すると、(8)式は行列を用いて(11)式として表される。

【0134】この方程式は、一般に正規方程式と呼ばれている。なお、ここでは $n=6$ である。

【0135】全ての学習用データ(教師オーディオデータD30、クラスコードclass、オーディオ波形データD33)の入力が完了した後、予測係数算出部36は各クラスコードclassに上述の(11)式に示した正規方程式を立てて、この正規方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、各 W_n について解き、各クラスコード毎に、予測係数を算出する。予測係数算出部36は、算出された各予測係数(D36)を予測係数メモリ15に書き込む。

【0136】このような学習を行った結果、予測係数メモリ15には、量子化データ q_1, \dots, q_n で規定されるパターン毎に、高音質のオーディオデータ y を推定するための予測係数が、各クラスコード毎に格納される。この予測係数メモリ15は、図14について上述したオーディオ信号処理装置100において用いられる。

かかる処理により、線形推定式に従って通常のオーディオデータから高音質のオーディオデータを作成するための予測係数の学習が終了する。因みに、通常のオーディオデータから高音質のオーディオデータを作成する方法としては、線形推定式に限らず、種々の方法を適用し得る。

【0137】このように、学習回路130は、オーディオ信号処理装置100において補間処理を行う程度を考慮して、生徒信号生成フィルタ37で高音質の教師オーディオデータの間引き処理を行うことにより、オーディオ信号処理装置100における補間処理のための予測係数を生成することができる。

【0138】以上の構成において、オーディオ信号処理装置100は、包絡線算出部11において入力オーディオデータD10の時間波形領域での包絡線を算出する。この包絡線は入力オーディオデータD10の音質ごとに変わるもので、オーディオ信号処理装置100は入力オーディオデータD10の包絡線に基づいてそのクラスを特定する。

【0139】オーディオ信号処理装置10は、予め学習時に例えば歪みのない高音質のオーディオデータ(教師オーディオデータ)を得るための予測係数をクラス毎に求めておき、包絡線に基づいてクラス分類された入力オーディオデータD10の包絡線をそのクラスに応じた予測係数により予測演算する。これにより、入力オーディオデータD10の包絡線はその音質に応じた予測係数を用いて予測演算されるので、実用上十分な程度に音質が向上したオーディオデータ波形の包絡線が得られる。この包絡線に基づいて搬送波を変調することにより、音質が向上したオーディオデータが得られる。

【0140】また、クラス毎の予測係数を生成する学習時において、位相の異なる多数の教師オーディオデータについてそれぞれに対応した予測係数を求めておくことにより、オーディオ信号処理装置100における入力オーディオデータD10のクラス分類適応処理時に位相変動が生じて、位相変動に対応した処理を行うことができる。

【0141】以上の構成によれば、入力オーディオデータD10の時間波形領域における包絡線に基づいて入力オーディオデータD10をクラス分類し、当該クラス分類された結果に基づく予測係数を用いて入力オーディオデータD10の包絡線を予測演算するようにしたことにより、入力オーディオデータD10を一段と高音質のオーディオデータD117に変換し得る包絡線を生成できる。

【0142】また上述の実施の形態においては、包絡線データD11に基づいてクラス分類する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、クラス分類部14に入力オーディオデータD10を入力し、当該クラス分類部14において入力オーディオデータD10の波形に基づ

くクラス分類を行うと共に、包絡線算出部11において包絡線のクラス分類を行い、クラス分類部14においてこれら2つのクラスを統合することにより、入力オーディオデータD10の波形とその包絡線の両方に基づくクラス分類を行うようにしても良い。

【0143】(3) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、図5について上述した包絡線算出方法を用いる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば単にピーク値を結ぶ方法等、他の種々の包絡線算出方法を適用することができる。

【0144】また上述の実施の形態においては、予測方式として線形一次による手法を用いる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は学習した結果を用いるようにすれば良く、例えば多次関数による手法、さらには入力端子T₁から供給されるデジタルデータが画像データの場合には、画素値自体から予測する手法等、種々の予測方式を適用することができる。

【0145】また上述の実施の形態においては、クラス分類部14においてADRCにより圧縮データパターンを生成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、可逆符号化(DPCM: Differential Pulse Code Modulation) 又はベクトル量子化(VQ: Vector Quantize) 等の圧縮手段を用いるようにしても良い。

【0146】また上述の実施の形態においては、学習回路30の生徒信号生成フィルタ37において所定サンプル数を間引く場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばビット数を削減する等、他の種々の方法を適用することができる。

【0147】また上述の実施の形態においては、オーディオデータを処理する装置に本発明を適用する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、画像データや他の種々のデータを変換する場合に広く適用することができる。

【0148】

【発明の効果】 上述のように本発明によれば、入力デジタル信号の包絡線に基づいて入力デジタル信号のクラスを分類し、当該分類されたクラスに対応した予測方式で入力デジタル信号を変換するようにしたことにより、一段と入力デジタル信号の特徴に適応した変換を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるデジタル信号処理装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】 包絡線を用いたクラス分類適応処理の説明に供する信号波形図である。

【図3】 オーディオ信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【図4】 第1の実施の形態のオーディオ信号変換処理手順を示すフローチャートである。

【図5】 包絡線の算出処理手順を示すフローチャートである。

【図6】 包絡線の算出方法の説明に供する信号波形図である。

【図7】 包絡線の算出方法の説明に供する信号波形図である。

【図8】 包絡線の算出方法の説明に供する信号波形図である。

【図9】 包絡線の算出方法の説明に供する信号波形図である。

【図10】 包絡線の算出方法の説明に供する信号波形図である。

【図11】 本発明による学習装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図12】 デジタル信号処理装置の他の実施の形態を示すブロック図である。

【図13】 学習装置の他の実施の形態を示すブロック図である。

【図14】 本発明によるデジタル信号処理装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図15】 第2の実施の形態によるクラス分類適応処理の説明に供する信号波形図である。

【図16】 第2の実施の形態のオーディオ信号変換処理手順を示すフローチャートである。

【図17】 本発明による学習装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

10、100……オーディオ信号処理装置、11、31……包絡線算出部、14、34……クラス分類部、15、115……予測係数メモリ、16……予測演算部、36……予測係数算出部、37……生徒信号生成フィルタ、111……包絡線残差算出部、112……正規化部、116……包絡線予測演算部、117……変調部。

【図1】

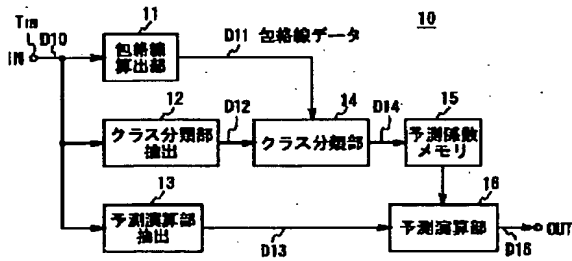


図1 オーディオ信号処理装置の構成

【図12】

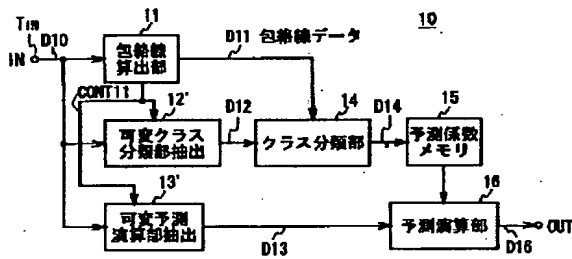


図12 他の実施の形態

【図2】

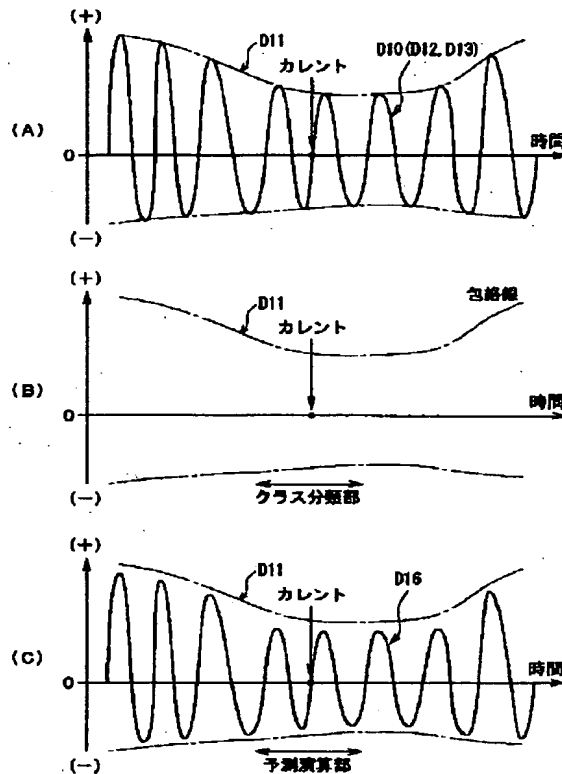


図2 包絡線を用いたクラス分類適応処理

【図3】

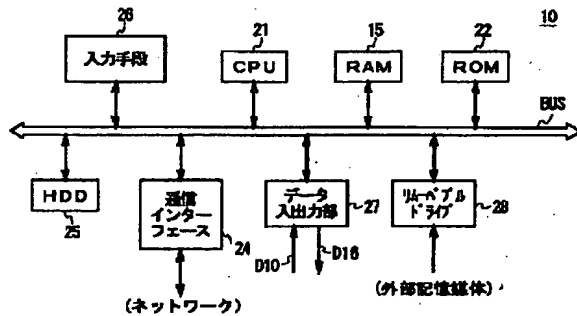


図3 オーディオ信号処理装置

【図4】

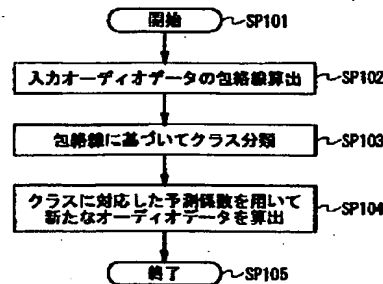


図4 オーディオデータの変換処理手順

【図5】

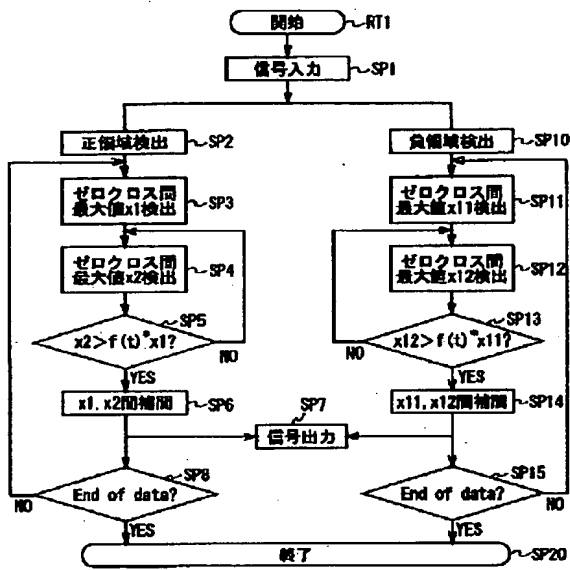


図5 包絡線算出処理手順

【図7】

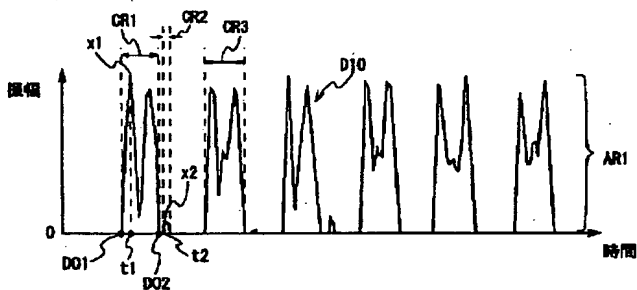


図7 正領域における候補値の検出

【図9】

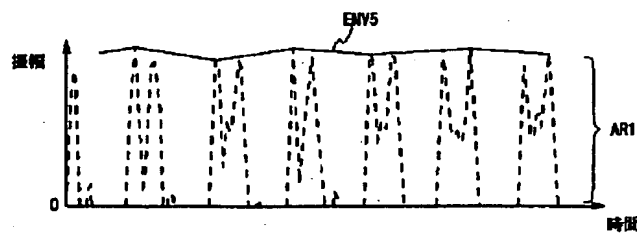


図9 正領域において結果として生成される包絡線例

【図6】

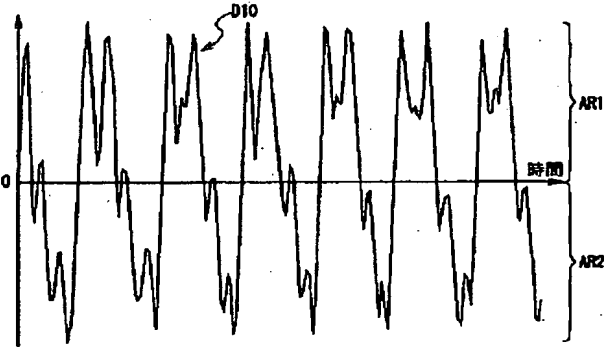


図6 入力データ例

【図11】

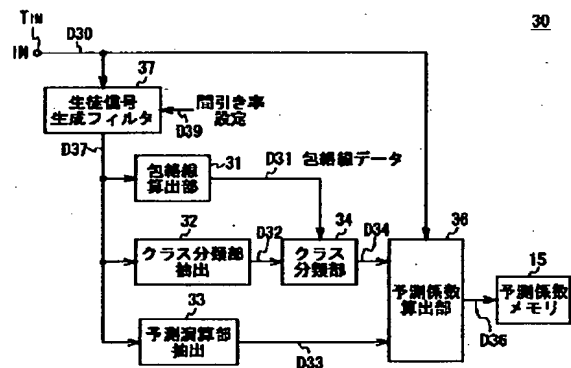


図11 学習回路の構成

【図13】

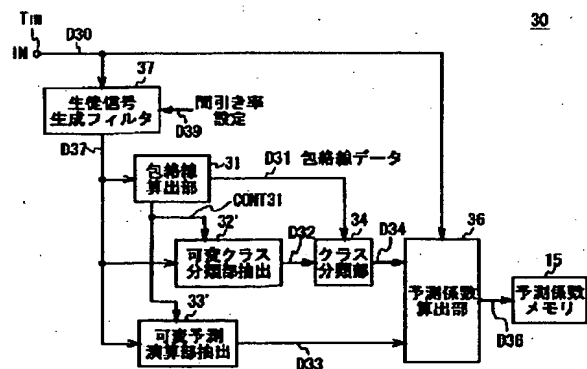


図13 他の実施の形態

【図8】

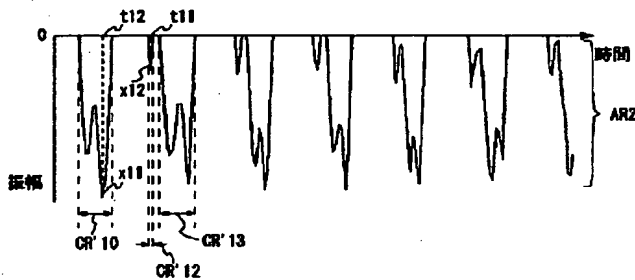


図8 負領域における候補値の検出

【図16】

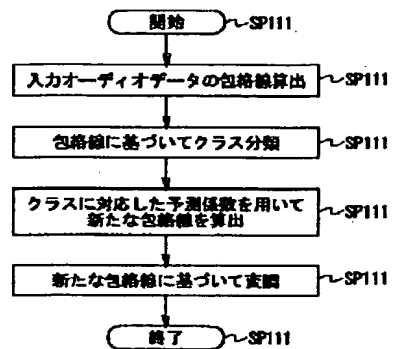


図16 第2の実施の形態

【図10】

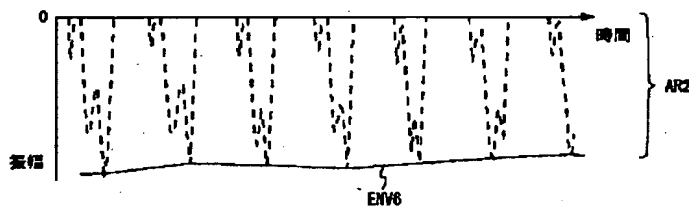


図10 負領域において結果として生成される包絡線例

【図14】

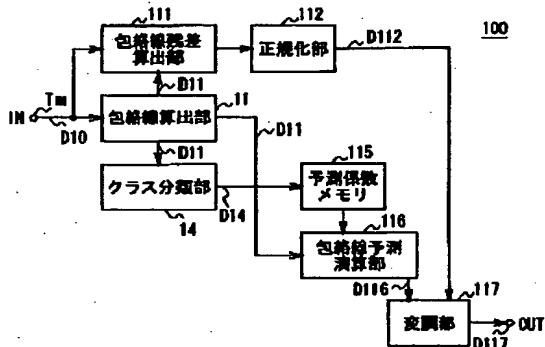


図14 第2の実施の形態のオーディオ信号処理装置

【図17】

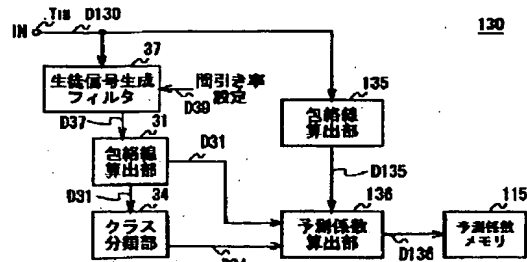


図17 第2の実施の形態の学習回路

【図15】

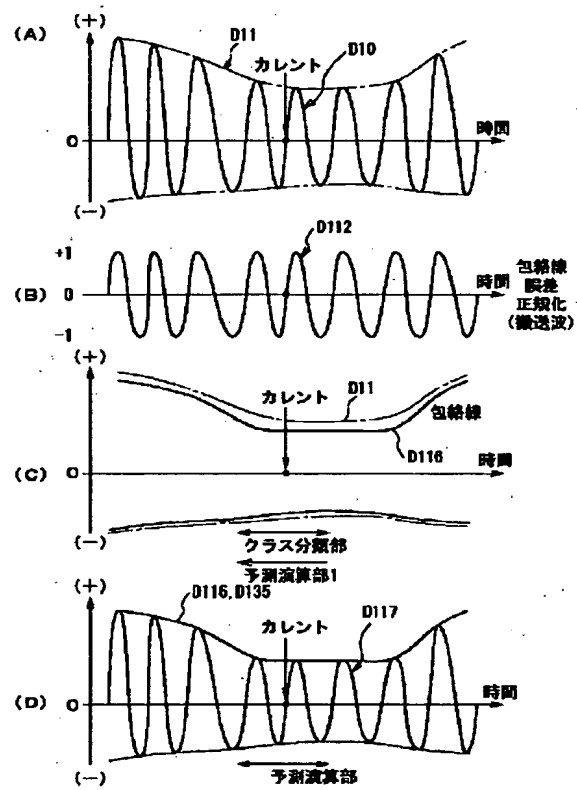


図15 包絡線を用いたクラス分類適応処理

フロントページの続き

(72)発明者 木村 裕人
 東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
 株式会社内

Fターム(参考) 5D045 CC10
 5J064 AA01 BA01 BB03 BB04 BB12
 BC01 BC12 BC16 BD03 BD04

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-049400

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl. G10L 19/14
G10L 19/04
G10L 11/02
H03M 7/34

(21)Application number : 2000-238894

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 02.08.2000

(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO
WATANABE TSUTOMU
KIMURA HIROTO

(54) DIGITAL SIGNAL PROCESSING METHOD, LEARNING METHOD, AND THEIR APPARATUS, AND PROGRAM STORAGE MEDIA THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a digital signal processing method capable of further improving the waveform reproducibility of a digital signal, a learning method, and their apparatus, and a program storage media therefor.

SOLUTION: In this digital signal processing method, the class of an input digital signal D10 is categorized on the basis of the envelope of the input digital signal D10 and the input digital signal D10 is converted by a prediction system corresponding to the categorized class. Thus the method makes it possible to perform a conversion further adaptive to the characteristics of the input digital signal.

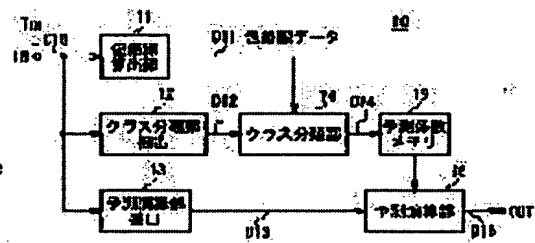


図1 オーディオ信号処理装置の構成

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An envelope calculation means to compute the envelope of the above-mentioned input digital signal in the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal, A class classification means to classify the class of the above-mentioned input digital signal based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], Digital-signal-processing equipment characterized by having a prediction operation means to generate the digital signal which comes to change the above-mentioned input digital signal by carrying out the prediction operation of the above-mentioned input digital signal by the prediction method corresponding to the class by which the classification was carried out [above-mentioned].

[Claim 2] The above-mentioned input digital signal is digital-signal-processing equipment according to claim 1 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 3] The above-mentioned prediction operation means is digital-signal-processing equipment according to claim 1 characterized by using the prediction coefficient currently generated by study based on the digital signal beforehand considered as a request.

[Claim 4] The envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned input digital signal in the digital-signal-processing approach of changing an input digital signal, The class classification step into which the class of the above-mentioned input digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The digital-signal-processing approach characterized by having the prediction operation step which generates the digital signal which comes to change the above-mentioned input digital signal by carrying out the prediction operation of the above-mentioned input digital signal by the prediction method corresponding to the class by which the classification was carried out [above-mentioned].

[Claim 5] The above-mentioned input digital signal is the digital-signal-processing approach according to claim 4 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 6] The digital-signal-processing approach according to claim 4 characterized by using the prediction coefficient currently generated by study at the above-mentioned prediction operation step based on the digital signal beforehand considered as a request.

[Claim 7] In the study equipment which generates the prediction coefficient used for the prediction operation of the above-mentioned transform processing of the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal A student digital signal generation means to generate the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal considered as a request, An envelope calculation means to compute the envelope of the above-mentioned student digital signal, and a class classification means to classify the class of the above-mentioned student digital signal based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], Study equipment characterized by having a prediction coefficient calculation means to compute the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the above-mentioned input digital signal and the above-mentioned student digital signal.

[Claim 8] The above-mentioned input digital signal is study equipment according to claim 7 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 9] In the study approach which generates the prediction coefficient used for the prediction operation of the above-mentioned transform processing of the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal The student digital signal generation step which generates the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal considered as a request, The envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned student digital signal, The class classification step into which the class of the above-mentioned student digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The study approach characterized by having the prediction coefficient calculation step which computes the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the above-mentioned input digital signal and the above-mentioned student digital signal.

[Claim 10] The above-mentioned input digital signal is the study approach according to claim 9 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 11] An envelope calculation means to compute the envelope of the above-mentioned input digital signal in the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal, A class classification means to classify the class of the above-mentioned digital signal based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], An envelope prediction operation means to compute a new envelope by the prediction method corresponding to the class by which the classification was carried out [above-mentioned], A subcarrier extract means to extract a subcarrier from the above-mentioned input digital signal, the above computed by the above-mentioned envelope prediction operation means — the digital-signal-processing equipment characterized by having a modulation means to generate the new digital signal which comes to change the above-mentioned input digital signal by modulating the above-mentioned subcarrier based on a new envelope.

[Claim 12] The above-mentioned input digital signal is digital-signal-processing equipment according to claim 11 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 13] The above-mentioned envelope prediction operation means is digital-signal-processing equipment according to claim 11 characterized by using the prediction coefficient currently generated by study based on the digital signal beforehand considered as a request.

[Claim 14] The envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned input digital signal in the digital-signal-processing approach of changing an input digital signal, The class classification step into which the class of the above-mentioned digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The envelope prediction operation step which computes a new envelope by the prediction method corresponding to the class by which the classification was carried out [above-mentioned], The step which extracts a subcarrier from the above-mentioned input digital signal, the above computed by the above-mentioned envelope prediction operation step — the digital-signal-processing approach characterized by having the step which generates the new digital signal which comes to change the above-mentioned input digital signal by modulating the above-mentioned subcarrier based on a new envelope.

[Claim 15] The above-mentioned input digital signal is the digital-signal-processing approach according to claim 14 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 16] The digital-signal-processing approach according to claim 14 characterized by using the prediction coefficient currently generated by study at the above-mentioned envelope prediction operation step based on the digital signal beforehand considered as a request.

[Claim 17] In the study equipment which generates the prediction coefficient used for the prediction operation of the above-mentioned transform processing of the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal A student digital signal generation means to generate the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal considered as a request, The 1st envelope calculation means which computes the envelope of the above-mentioned student digital signal, A class classification means to classify the class of the above-mentioned student digital signal based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The 2nd envelope calculation means which computes the envelope of the above-mentioned input digital signal, With the envelope calculation

means of the envelope of the above-mentioned student digital signal, and the above 2nd computed by the envelope calculation means of the above 1st Study equipment characterized by having a prediction coefficient calculation means to compute the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the envelope of the computed above-mentioned input digital signal.

[Claim 18] The above-mentioned input digital signal is study equipment according to claim 17 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 19] In the study approach which generates the prediction coefficient used for the prediction operation of the above-mentioned transform processing of the digital-signal-processing equipment which changes an input digital signal The student digital signal generation step which generates the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal considered as a request, The 1st envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned student digital signal, The class classification step into which the class of the above-mentioned student digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The 2nd envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned input digital signal, The study approach characterized by having the prediction coefficient calculation step which computes the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the envelope of the above-mentioned input digital signal by which calculation was carried out [above-mentioned] with the envelope of the above-mentioned student digital signal by which calculation was carried out [above-mentioned].

[Claim 20] The above-mentioned input digital signal is the study approach according to claim 19 characterized by being a digital audio signal.

[Claim 21] The program storing medium which makes digital-signal-processing equipment perform the program contain the prediction operation step generate a digital signal [come / by carrying out a prediction operation in the above-mentioned input digital signal / in the above-mentioned input digital signal / to change] by the envelope calculation step which computes the envelope of an input digital signal, the class classification step which classify in the class of the above-mentioned input digital signal based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], and the prediction method corresponding to the class by which a classification was carried out [above-mentioned].

[Claim 22] The program storing medium which makes study equipment perform the program contain the prediction coefficient calculation step which computes in the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the student digital signal generation step which generates the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal which considers as a request, the envelope calculation step which compute the envelope of the above-mentioned student digital signal, the class classification step into which the class of the above-mentioned student digital signal classifies based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], and the above-mentioned digital signal and the above-mentioned student digital signal.

[Claim 23] The envelope calculation step which computes the envelope of an input digital signal, and the class classification step into which the class of the above-mentioned digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The envelope prediction operation step which computes a new envelope by the prediction method corresponding to the class by which the classification was carried out [above-mentioned], The subcarrier extract step which extracts a subcarrier from the above-mentioned input digital signal, the above computed by the above-mentioned envelope prediction operation means -- by modulating the above-mentioned subcarrier based on a new envelope The program storing medium which makes digital-signal-processing equipment perform the program containing the modulation step which generates the new digital signal which comes to change the above-mentioned input digital signal.

[Claim 24] The student digital signal generation step which generates the student digital signal who degraded the digital signal concerned from the digital signal considered as a request, The envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned student digital

signal, The class classification step into which the class of the above-mentioned student digital signal is classified based on the envelope by which calculation was carried out [above-mentioned], The envelope calculation step which computes the envelope of the above-mentioned digital signal, The program storing medium which makes study equipment perform the program containing the prediction coefficient calculation step which computes the prediction coefficient corresponding to the above-mentioned class based on the envelope of the above-mentioned digital signal by which calculation was carried out [above-mentioned] with the envelope of the above-mentioned student digital signal by which calculation was carried out [above-mentioned].

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to a program storing medium at the digital-signal-processing approach, the study approaches, and those equipment lists, and is a rate converter or PCM (Pulse Code Modulation). It applies to a program storing medium and is suitable for the digital-signal-processing approach of performing interpolation processing of data to a digital signal in decode equipment etc., the study approaches, and those equipment lists.

[0002]

[Description of the Prior Art] Before inputting a digital audio signal into digital one/analog converter conventionally, exaggerated sampling processing which changes a sampling frequency by several times the original value is performed. Thereby, the digital audio signal outputted from digital one/analog converter is made as [eliminate / the phase characteristic of an analog anti-aliasing filter is kept constant in an audio frequency quantity region, and / the effect of the image noise of the digital system accompanying a sampling].

[0003] In this exaggerated sampling processing, the digital filter of a linearity primary (straight line) interpolation method is usually used. Such a digital filter generates linear interpolation data in quest of the average value of two or more existing data, when a sampling rate changes or data are missing.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the amount of data has become precise several times to time amount shaft orientations by linearity linear interpolation as for the digital audio signal after exaggerated sampling processing, the frequency band of the digital audio signal after exaggerated sampling processing seldom changes to before conversion, and the tone quality itself has not improved. Furthermore, since the interpolated data were not necessarily generated based on the wave of the analog audio signal in front of A/D conversion, most its wave repeatability has not improved.

[0005] Moreover, although the frequency was changed using the sampling rate converter when the digital audio signal from which a sampling frequency differs was dubbed, it was difficult to be able to perform only interpolation of linear data but to improve tone quality and wave repeatability with a linearity primary digital filter, also by this case. Furthermore, it is the same when the data sample of a digital audio signal is missing.

[0006] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose a program storing medium in the digital-signal-processing approach which may improve the wave repeatability of a digital signal much more, the study approaches, and those equipment lists.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Since this technical problem is solved, conversion which was adapted for the description of an input digital signal much more can be performed by classifying the class of an input digital signal in this invention based on the envelope of an input digital signal, and having changed the input digital signal by the prediction method corresponding to the classified class concerned.

[0008]

[Embodiment of the Invention] About a drawing, the gestalt of 1 operation of this invention is explained in full detail below.

[0009] (1) In case the audio signal processor 10 raises the sampling rate of a digital audio signal (this is called audio data below) or audio data are interpolated in gestalt drawing 1 of the 1st operation, it is made as [generate / the audio data near a true value / class classification application processing]. Incidentally, a digital audio signal means the sound signal showing the voice which people and an animal utter, the musical-sound signal showing the musical sound which a musical instrument emits, and the signal showing other sounds.

[0010] That is, in the audio signal processor 10, the envelope calculation section 11 computes that envelope by the envelope calculation approach mentioned later about the wave of each divided time domain concerned, after dividing into the field (it carries out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the input audio data D10 shown in drawing 2 (A) supplied from the input terminal TIN.

[0011] The envelope calculation section 11 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the input audio data D10 to the class classification section 14 as an envelope data point D11 (drawing 2 (B)) of the input audio data D10.

[0012] Moreover, by dividing into the same time domain as the case of the envelope calculation section 11, the cases, for example, six samples, of the gestalt of this operation, the input audio data D10 shown in drawing 2 (A) supplied from the input terminal TIN, the class classification section extract section 12 extracts the audio data point D12 which is going to carry out a class classification, and supplies this to the class classification section 14.

[0013] The class classification section 14 is ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) which compresses the envelope data point D11 concerned, and generates a compression data pattern about the envelope data point D11 corresponding to the audio data point D12 started in the class classification extract section 12. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D11 belongs.

[0014] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D11. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0015] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 14 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0016] Here, the ADRC circuit section is a degree type and [0017], when the data level of m and each envelope data point is set to L and a quantization code is set [the dynamic range of the envelope in the started field] to Q for this [DR and / bit rate].

[Equation 1]

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$Q = \{ (L - MIN + 0.5) \times 2^m / DR \} \dots\dots (1)$$

[0018] It is alike, and it follows and quantizes by dividing equally by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified. In addition, in (1) type, { } means the cut-off processing below decimal point. Supposing six data points on the envelope computed in the envelope calculation section 11 in this way consist of 8 bits (m= 8), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0019] Thus, if the compressed envelope data point is set to qn (n=1-6), respectively, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 14 is the compressed

envelope data point q_n . It is based and is a degree type and [0020].

[Equation 2]

$$\text{class} = \sum_{i=1}^n q_i (2^i)^P \quad \dots\dots (2)$$

[0021] Class code class which shows the class to which the block ($q_1 - q_6$) belongs by being alike and performing the shown operation It computes and is the computed class code class concerned. The class code data D14 which express are supplied to the prediction coefficient memory 15. This class code class The read-out address at the time of reading a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 15 is shown. Incidentally it is the envelope data point q_n into which n was compressed in (2) types. A number is expressed and, in the case of the gestalt of this operation, it is $n=6$, and P expresses bit assignment and, in the case of the gestalt of this operation, is $P=2$.

[0022] Thus, the class classification section 14 generates the class code data D14 of the envelope data point D11 corresponding to the audio data point D12 started from the input audio data D10 in the class classification section extract section 12, and supplies this to the prediction coefficient memory 15.

[0023] Set $w_1 - w_n$ of the prediction coefficient which the set of the prediction coefficient corresponding to each class code is memorized to the address corresponding to a class code by the prediction coefficient memory 15, respectively, and is memorized to the address corresponding to the class code concerned based on the class code data D14 supplied from the class classification section 14 It is read and the prediction operation part 16 is supplied.

[0024] The prediction operation part 16 is the audio data point (prediction tap) D13 ($x_1 - x_n$) which was started in the time-axis field from the input audio data D10 in the prediction operation part extract section 13 and which is going to carry out a prediction operation, and prediction coefficient $w_1 - w_n$. It receives and is a degree type [0025].

[Equation 3]

$$y' = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots\dots + w_n x_n \quad \dots\dots (3)$$

[0026] Prediction result y' is obtained by being alike and performing the shown sum-of-products operation. This forecast y' is outputted from the prediction operation part 16 as audio data D16 (drawing 2 (C)) with which tone quality has been improved.

[0027] In addition, although functional block mentioned above about drawing 1 as a configuration of the audio signal processor 10 was shown, the equipment of a computer configuration shown in drawing 3 in the gestalt of this operation as a concrete configuration which constitutes this functional block is used. In drawing 3 namely, the audio signal processor 10 It has RAM (Random Access Memory)15 which constitutes CPU21, ROM (Read Only Memory)22, and the prediction coefficient memory 15 through Bus BUS, and the configuration to which each circuit section was connected, respectively. By performing the various programs stored in ROM22, CPU11 It is made as [operate / as each functional block (the envelope calculation section 11, the class classification section extract section 12, the prediction operation part extract section 13, the class classification section 14, and prediction operation part 16) mentioned above about drawing 1].

[0028] Moreover, it has the removable drive 28 which reads information from external storage, such as the communication link interface 24 and floppy disk which communicate between networks, and a magneto-optic disk, to the audio signal processor 10, each program for performing class classification application processing mentioned above about drawing 1 can be read into the hard disk of a hard disk drive unit 25 from a network course or external storage, and class classification adaptation processing can also be carried out according to the read program concerned.

[0029] A user performs class classification processing mentioned above about drawing 1 to CPU21 by inputting various commands through the input means 26, such as a keyboard and a mouse. In this case, after the audio signal processor 10 inputs the audio data (input audio data) D10 which are going to raise tone quality through the data I/O section 27 and performs class

classification application processing to the input audio data D10 concerned, it is made as [output / through the data I/O section 27 / the audio data D16 whose tone quality improved / outside].

[0030] Incidentally, drawing 4 shows the procedure of the class classification adaptation processing in the audio signal processor 10, and if the audio signal processor 10 goes into the procedure concerned from a step SP 101, it will compute the envelope of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11 in the continuing step SP 102.

[0031] This computed envelope expresses the description of the input audio data D10, and the audio signal processor 10 moves to a step SP 103, and classifies a class according to the class classification section 14 based on an envelope. And the audio signal processor 10 reads a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 15 using the class code obtained as a result of the class classification. This prediction coefficient corresponds for every class by study beforehand, and is stored, and the audio signal processor 10 can use the prediction coefficient corresponding to the description of the envelope at this time by reading the prediction coefficient corresponding to a class code.

[0032] The prediction coefficient read from the prediction coefficient memory 15 is used for the prediction operation of the prediction operation part 16 in a step SP 104. Thereby, the input audio data D10 are changed into the audio data D16 considered as a request by the prediction operation which was adapted for the description of the envelope. In this way, the input audio data D10 are changed into the audio data D16 with which the tone quality has been improved, and the audio signal processor 10 moves to a step SP 105, and ends the procedure concerned.

[0033] Next, the calculation approach of the envelope of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11 of the audio signal processor 10 is explained.

[0034] That is, as shown in drawing 5, if the envelope calculation section 11 (drawing 1) goes into the envelope calculation procedure RT 1, it will input the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside in a step SP 1 through the data I/O section 27, and it will move from it to continuing steps SP2 and SP10.

[0035] In a step SP 2, as shown in drawing 6, the envelope calculation section 11 detects and holds only the signal component of a positive region AR 1 among the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside, and makes a zero level a part for the signal line of a negative region AR 2, and it moves from it to a step SP 3.

[0036] In a step SP 3 the envelope calculation section 11 Up to the sampling-time location DO 2 where the amplitude laps with a zero level at the degree from the sampling-time location DO 1 where the amplitude of the input audio data D10 of a positive region AR 1 laps with a zero level as shown in drawing 7 (This is hereafter called between zero crosses) The maximum x1 of the amplitude in CR1 is detected, and the maximum x1 concerned judges whether it is a value higher than the threshold beforehand set up by the envelope detection program.

[0037] It is the predetermined value which determines whether the threshold beforehand set up by the envelope detection program incidentally makes maximum x1 of the amplitude between zero crosses the candidate value (sampling point) of an envelope, and is set as the value which can detect an envelope smooth as a result, and when the maximum x1 of the amplitude between [CR / 1] zero crosses which is a candidate for decision at this time turns into a value higher than the threshold concerned, it moves to a step SP 4. Moreover, when the maximum of the amplitude between the zero crosses which are the candidates for decision at this time turns into a value lower than a threshold, the envelope calculation section 11 is continued until it detects between [CR / 1] the zero crosses in which the maximum x1 (candidate value (sampling point)) used as a value higher than the threshold concerned exists.

[0038] In a step SP 4, the envelope calculation section 11 detects maximum x2 between [CR / 2] zero crosses of the degree between [CR / 1] the zero crosses in which the maximum x1 made into the candidate value (sample ring point) exists (drawing 7), and it moves from it to a step SP 5.

[0039] In a step SP 5, the envelope calculation section 11 judges whether it is a value with the value higher than the maximum x2 concerned which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1)$ to each maximum x1 and x2 which were obtained in steps

SP3 and SP4 by maximum x_1 .

[0040] Incidentally, it is function $f(t)$. It sets. " t_2 " and " t_1 " The sampling-time location where each maximum x_1 and x_2 were detected is expressed. For example, the signal (input audio data D10) inputted at this time is the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. Since the measurement size between zero crosses serves as five to 20 sample in many cases when it assumes, Also in " t_2 " and " t_1 ", it becomes 5 - 20 sample. Moreover, for " p ", the signal (input audio data D10) which is the parameter which can be set as arbitration, for example, is inputted at this time is the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. It is referred to as $p=-90$ etc. when it assumes.

[0041] The value which multiplied the value furthermore expressed with function $f(t) = p(t_2 - t_1)$ by maximum x_1 When the value of maximum x_2 is larger than the value which multiplied the value which is made as [express / the inclination between maximum x_1 and x_2], and is expressed with the function $f(t) = p(t_2 - t_1)$ concerned by maximum x_1 It can detect an envelope smooth as a result that there are few amplitude differences of maximum x_1 and maximum x_2 . Therefore, when maximum x_2 which is a candidate for decision at this time serves as a value higher than the value which multiplied the value expressed by the function concerned by maximum x_1 , an affirmation result is obtained in a step SP 5, and it moves to the continuing step SP 6.

[0042] on the other hand, when maximum x_2 serves as a value lower than the value which multiplied the value expressed by the function concerned by maximum x_1 It is made as [detect / until maximum x_2 (drawing 7) which is a value higher than the value which multiplied the value expressed by the function by maximum x_1 in a step SP 4 is detected / maximum x_2 (drawing 7) of the amplitude between zero crosses (CR3 ... CRn)]. As opposed to maximum x_2 which detected again and was obtained at this time, and the maximum x_1 obtained in a step SP 3 Detection of maximum x_2 is repeated until the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1)$ by maximum x_1 is judged to be a value higher than maximum x_2 which detected again and was obtained.

[0043] In a step SP 6, the envelope calculation section 11 performs interpolation processing using the linearity linear interpolation approach to the data between the maximum x_1 made into the candidate value (sampling point) of an envelope, and maximum x_2 , and it moves from it to continuing steps SP7 and SP8.

[0044] In a step SP 7, the envelope calculation section 11 is outputted to the class classification section 14 (drawing 1) by using as the envelope data D11 (drawing 1) the data and the candidate value (sampling point) between the maximum x_1 which performed interpolation processing, and maximum x_2 .

[0045] Moreover, in a step SP 8, the envelope calculation section 11 judges whether the input audio data D10 inputted from the outside were inputted altogether. If a negative result is obtained here, this means the input audio data D10 continuing and being inputted, and at this time, the envelope calculation section 11 will return to a step SP 3, and will detect again the maximum x_1 of the amplitude between [CR / 1] zero crosses from the positive region AR 1 of the input audio data D10.

[0046] On the other hand, if an affirmation result is obtained in a step SP 8, it means that this finished inputting the input audio data D10 altogether, and at this time, it will move to a step SP 20 and the envelope calculation section 11 will end the envelope calculation procedure RT 1.

[0047] On the other hand, in a step SP 10, the envelope calculation section 11 detects and holds only the signal component of a negative region AR 2 (drawing 6) among the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside, and makes a zero level the signal component of a positive region AR 1 (drawing 6), and it moves from it to a step SP 11.

[0048] In a step SP 11, it judges whether the envelope calculation section 11 is a value higher than the threshold to which the maximum x_{11} of the amplitude between [of a negative region AR 2 / CR / 11] zero crosses is detected, and maximum x_{11} is beforehand set by the envelope detection program like a step SP 3 in the negative direction, as shown in drawing 8 . When an affirmation result is obtained here (that is, it is a value higher than a threshold in the negative direction), it moves to a step SP 12, and when a negative result is obtained (that is, it is a value

lower than a threshold in the negative direction), detection processing of a step SP 11 is continued until the maximum y11 used as the value higher than a threshold in the negative direction is detected.

[0049] In a step SP 12, the envelope calculation section 11 detects maximum x12 of the amplitude of CR'2 between the zero crosses next to CR'1 between the zero crosses in which the maximum x11 made into the candidate value (sampling point) is contained (drawing 8), and it moves from it to a step SP 13.

[0050] In a step SP 13, the envelope calculation section 11 judges whether it is a value to a negative direction with the value higher than maximum x12 which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ to each maximums x11 and x12 obtained in steps SP11 and SP12 like a step SP 5 by maximum x11. Incidentally, for "p", the input audio data D10 which are the parameter which can be set as arbitration, for example, are inputted at this time are the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. It is referred to as $p = 90$ etc. when it assumes.

[0051] As for the envelope calculation section 11, the affirmation result was obtained in a step SP 13 (). that is, it is a value to a negative direction with the value higher than maximum x12 which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 — to a case When it moves to a step SP 14 and a negative result is obtained (that is, the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 is a value lower than maximum x12 to a negative direction) In a step SP 12 The maximum x12 (drawing 8) of the amplitude between zero crosses (CR'3 ... CR'n) is detected until the maximum x12 (drawing 8) which is a value higher than the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 to a negative direction is detected.

[0052] In a step SP 14, the envelope calculation section 11 performs interpolation processing using the linearity linear interpolation approach to the data between the maximum x11 made into the candidate value (sampling point) of an envelope, and maximum x12, and it moves from it to continuing steps SP7 and SP15.

[0053] In a step SP 7, the envelope calculation section 11 is outputted to the class classification section 14 (drawing 1) by using as the envelope data D11 (drawing 1) the data and the candidate value (sampling point) between the maximum x11 which performed interpolation processing, and maximum x12.

[0054] Moreover, in a step SP 15, the envelope calculation section 11 judges whether the input audio data D10 inputted from the outside were inputted altogether. If a negative result is obtained here, this means the input audio data D10 continuing and being inputted, and at this time, the envelope calculation section 11 will return to a step SP 11, and will detect again the maximum x11 of the amplitude between zero crosses from the negative region AR 2 of the input audio data D10.

[0055] On the other hand, if an affirmation result is obtained in a step SP 15, it means that this finished inputting the input audio data D10 altogether, and at this time, it will move to a step SP 20 and the envelope calculation section 11 will end the envelope calculation procedure RT 1.

[0056] Thus, the envelope calculation section 11 can compute as a result the envelope data (data between a candidate value (sampling point) and the candidate value who performed interpolation processing) which may make the smooth envelope ENV5 as shown in drawing 9 in a positive region AR 1, and the smooth envelope ENV6 as shown in drawing 10 in a negative region AR 2 generate on real time with an easy envelope calculation algorithm.

[0057] Next, the study circuit for obtaining beforehand the set of the prediction coefficient for every class memorized to the prediction coefficient memory 15 mentioned above about drawing 1 by study is explained.

[0058] In drawing 11 , the study circuit 30 receives the teacher audio data D30 of the quality of loud sound in the student signal generation filter 37. The student signal generation filter 37 is made as [lengthen / the teacher audio data D30 / for every predetermined time / at the rate of infanticide set up by the rate setting signal D39 of infanticide / between predetermined samples].

[0059] In this case, the prediction coefficient generated changes with rates of infanticide in the student signal generation filter 37, and the audio data reproduced with the above-mentioned audio signal processor 10 according to this also differ. For example, when it is going to improve the tone quality of audio data by making a sampling frequency high in the above-mentioned audio signal processor 10, infanticide processing which reduces a sampling frequency is performed with the student signal generation filter 37. Moreover, when aiming at improvement in tone quality by compensating the data sample which lacked the input audio data D10 in the above-mentioned audio signal processor 10 to this, according to this, it is made as [perform / infanticide processing made to lack a data sample] with the student signal generation filter 37.

[0060] In this way, the student signal generation filter 37 generates the student audio data D37 by predetermined infanticide processing from the teacher audio data 30, and supplies this to the envelope calculation section 31, the class classification section extract section 32, and the prediction operation part extract section 33, respectively.

[0061] The envelope calculation section 31 computes that envelope about the wave of each divided time domain concerned by the envelope calculation approach mentioned above about drawing 5, after dividing into the field (it carries out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the student audio data D37 supplied from the student signal generation filter 37.

[0062] The envelope calculation section 31 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the student audio data D37 to the class classification section 34 as an envelope data point D31 of the student audio data D37.

[0063] Moreover, by dividing into the same time domain as the case of the envelope calculation section 31, the cases, for example, six samples, of the gestalt of this operation, the student audio data D37 supplied from the student signal generation filter 37, the class classification section extract section 32 extracts the audio data point D32 which is going to carry out a class classification, and supplies this to the class classification section 34.

[0064] The class classification section 34 is ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) which compresses the envelope data point D31 concerned, and generates a compression data pattern about the envelope data point D31 corresponding to the audio data point D32 started in the class classification extract section 32. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D31 belongs.

[0065] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D31. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0066] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 14 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0067] Here, the ADRC circuit section sets [the dynamic range of the envelope in the started field] a quantization code to Q for this [DR and / bit rate], setting the data level of m and each envelope data point as L, and quantizes by dividing equally by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified by the same operation as above-mentioned (1) type. Supposing six data points on the envelope computed in the envelope calculation section 1 in this way consist of 8 bits ($m=8$), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0068] If the compressed envelope data point is set to q_n ($n=1-6$), respectively, thus, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 34 Compressed envelope data point q_n By being based and performing the same operation as above-mentioned (2) types The class code class which shows the class to which the block ($q_1 - q_6$) belongs is

computed, and it is the computed class code class concerned. The class code data D34 which express are supplied to the prediction coefficient calculation section 36. Incidentally it is the envelope data point q_n into which n was compressed in (2) types. A number is expressed and, in the case of the gestalt of this operation, it is $n=6$, and P expresses bit assignment and, in the case of the gestalt of this operation, is $P=2$.

[0069] Thus, the class classification section 34 generates the class code data D34 of the envelope data point D31 corresponding to the audio data point D32 started in the class classification section extract section 32, and supplies this to the prediction coefficient calculation section 36. Moreover, the audio data point D33 (x_1, x_2, \dots, x_n) of the time-axis field corresponding to the class code data D34 is started and supplied to the prediction coefficient calculation section 36 in the prediction operation part extract section 33.

[0070] the class code class and each class code class to which the prediction coefficient calculation section 36 was supplied from the class classification section 34 every — a normal equation is stood using the started audio data point D33 and the teacher audio data D30 of the quality of loud sound supplied from the input edge TIN.

[0071] namely, the level of n sample of the student audio data D37 — respectively — x_1, x_2, \dots, x_n ***** — the quantization data of the result of having been alike, respectively and having performed p -bit ADRC — q_1, \dots, q_n ** — it carries out. At this time, the class code class of this field is defined like above-mentioned (2) types. And they are x_1, x_2, \dots, x_n about the level of the student audio data D37 as mentioned above, respectively. When it carries out and level of the teacher audio data D30 of the quality of loud sound is set to y , they are prediction coefficients w_1, w_2, \dots, w_n for every class code. The linearity presumption type of n tap to depend is set up. It is this A degree type and [0072]

[Equation 4]

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots (4)$$

[0073] It carries out. Before study, it is w_n . It is an undetermined coefficient.

[0074] In the study circuit 30, it learns to two or more audio data for every class code. When a data measurement size is M , above-mentioned (4) types are followed, and it is a degree type and [0075].

[Equation 5]

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad \dots (5)$$

[0076] It ***** however, $k=1, 2, \dots$ it is M .

[0077] In $M > n$, they are a prediction coefficient w_1 and $\dots w_n$. Since it is not decided uniquely, it is the element of the error vector e A degree type and [0078]

[Equation 6]

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}\} \quad \dots (6)$$

[0079] It is defined as alike (however, $k=1, 2, \dots, M$), and is a degree type and [0080].

[Equation 7]

$$e^T = \sum_{k=1}^M e^k \quad \dots (7)$$

[0081] It asks for the prediction coefficient made into min. It is a solution method by the so-called least square method.

[0082] w_n according to (7) types here It asks for a partial differential coefficient. In this case, a degree type, [0083]

[Equation 8]

$$\begin{aligned} \frac{\partial e^T}{\partial w_i} &= \sum_{k=1}^M 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=1}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \\ &= \sum_{k=1}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad \dots (8) \end{aligned}$$

[0084] What is necessary is just to calculate each w_n ($n=1-6$) so that it may be made "0."

[0085] And a degree type, [0086]

[Equation 9]

$$X_{1j} = \sum_{p=0}^n x_{p,j} \cdot x_{p,j} \quad \dots\dots (9)$$

[0087]

[Equation 10]

$$Y_i = \sum_{k=0}^n x_{k,i} \cdot y_k \quad \dots\dots (10)$$

[0088] ** — like — X_{ij} and Y_i if a definition is given — (8) types — a matrix — using — a degree type and [0089]

[Equation 11]

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots\dots\dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots\dots\dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots\dots\dots & X_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots\dots (11)$$

[0090] It is expressed by carrying out.

[0091] Generally this equation is called the normal equation. In addition, it is $n=6$ here.

[0092] the prediction coefficient calculation section 36 after the input of all the data for study (the teacher audio data D30, the class code class, and audio data point D33) is completed — each class code class the normal equation having shown in above-mentioned (11) equations — standing — this normal equation — sweeping out — general matrix solution methods, such as law, — using — every — W_n ***** — it solves and a prediction coefficient is computed for every class code. The prediction coefficient calculation section 36 writes each computed prediction coefficient (D36) in the prediction coefficient memory 15.

[0093] As a result of performing such study, in the prediction coefficient memory 15, they are the quantization data q_1, \dots, q_6 . The prediction coefficient for presuming the audio data y of the quality of loud sound is stored for every class code for every pattern specified. This prediction coefficient memory 15 is used in the audio signal processor 10 mentioned above about drawing 1. By this processing, study of the prediction coefficient for creating the audio data of the quality of loud sound from the usual audio data according to a linearity presumption type is completed.

[0094] Thus, the study circuit 30 can generate the prediction coefficient for the interpolation processing in the audio signal processor 10 in consideration of extent which performs interpolation processing in the audio signal processor 10 by performing infanticide processing of the teacher audio data of the quality of loud sound with the student signal generation filter 37.

[0095] In the above configuration, the audio signal processor 10 computes the envelope in the time amount wave field of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11. This envelope changes for every tone quality of the input audio data D10, and the audio signal processor 10 specifies that class based on the envelope of the input audio data D10.

[0096] Beforehand, at the time of study, it asks for the prediction coefficient for obtaining the audio data (teacher audio data) of the quality of loud sound without distortion for every class, and the audio signal processor 10 carries out the prediction operation of the input audio data D10 by which the class classification was carried out based on the envelope with the prediction coefficient according to the class. Thereby, since a prediction operation is carried out using the prediction coefficient according to the tone quality, tone quality of input audio data D10 improves to practically sufficient extent.

[0097] Moreover, even if phase fluctuation arises at the time of class classification adaptation processing of the input audio data D10 in the audio signal processor 10 by asking for the

prediction coefficient corresponding to each about much teacher audio data with which phases differ at the time of the study which generates the prediction coefficient for every class, processing corresponding to phase fluctuation can be performed.

[0098] According to the above configuration, the input audio data D10 are convertible for the audio data D16 of the quality of loud sound much more by carrying out the class classification of the input audio data D10 based on the envelope in the time amount wave field of the input audio data D10, and having been made to carry out the prediction operation of the input audio data D10 using the prediction coefficient based on the result concerned by which the class classification was carried out.

[0099] In addition, although the case where the input audio data D10 and D37 were always cut down for every fixed range by the class classification section extract sections 12 and 32 and the prediction operation part extract sections 13 and 33 was described in the audio signal processor 10 and study equipment 30 in the gestalt of above-mentioned operation As this invention is shown in drawing 12 and drawing 13 which attach and show the same sign to a corresponding point not only with this but drawing 1 and drawing 11 It is based on the description of the envelope computed in the envelope calculation sections 11 and 31. The extract control signals CONT11 and CONT31 Adjustable class classification section extract section 12', You may make it control the logging range of the input audio data D10 and D37 by supplying adjustable prediction operation part extract section 13' and adjustable class classification section extract section 32', and adjustable prediction operation part extract section 33'.

[0100] Moreover, although the case where a class classification was carried out based on the envelope data D11 was described in the gestalt of above-mentioned operation While this invention performs a class classification from the wave of the input audio data D10 not only in this but in the class classification section extract section 12 It may be made to perform the class classification based on both the waves and envelopes of the input audio data D10 by computing the class of an envelope in the envelope calculation section 11, and unifying these two class information in the class classification section 14.

[0101] (2) after the envelope calculation section 11 divide into the field (it carry out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the input audio data D10 show in drawing 15 (A) supplied from the input terminal TIN in drawing 14 which attach and show the same sign to a corresponding point with gestalt drawing 1 of the 2nd operation, compute that envelope about the wave of each divided time domain concerned by the envelope calculation approach mentioned above about drawing 5.

[0102] The envelope calculation section 11 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the input audio data D10 to the class classification section 14, the envelope remainder calculation section 111, and the envelope prediction operation part 116 as an envelope data point D11 (drawing 15 (C)) of the input audio data D10.

[0103] By searching for the remainder of the input audio data D10 and the envelope data D11 supplied from the envelope calculation section 11, and normalizing this in the normalization section 112, the envelope remainder calculation section 111 extracts the subcarrier D112 (drawing 15 (B)) of the input audio data D10, and supplies this to the modulation section 117.

[0104] The class classification section 14 is ADRC (Adaptive DynamicRange Coding) which compresses the envelope data point D11 concerned, and generates a compression data pattern about the envelope data point D11. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D11 belongs.

[0105] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D11. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0106] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 14 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in

the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0107] Here, the ADRC circuit section will quantize by dividing equally according to above-mentioned (1) type by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified, if the data level of m and each envelope data point is set to L and a quantization code is set [the dynamic range of the envelope in the started field] to Q for this [DR and / bit rate]. In addition, in (1) type, { } means the cut-off processing below decimal point. Supposing six data points on the envelope computed in the envelope calculation section 1 in this way consist of 8 bits ($m=8$), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0108] If the compressed envelope data point is set to q_n ($n=1-6$), respectively, thus, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 14 Compressed envelope data point q_n By being based and performing the operation shown in above-mentioned (2) types Class code class which shows the class to which the block ($q_1 - q_6$) belongs It computes and is the computed class code class concerned. The class code data D14 which express are supplied to the prediction coefficient memory 15. This class code class The read-out address at the time of reading a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 15 is shown.

[0109] Thus, the class classification section 14 generates the class code data D14 of the envelope data point D11, and supplies this to the prediction coefficient memory 15.

[0110] Set $W_1 - W_n$ of the prediction coefficient which the set of the prediction coefficient corresponding to each class code is memorized to the address corresponding to a class code by the prediction coefficient memory 15, respectively, and is memorized to the address corresponding to the class code concerned based on the class code data D14 supplied from the class classification section 14 It is read and the envelope prediction operation part 116 is supplied.

[0111] The envelope prediction operation part 116 is the envelope data point D11 ($X_1 - X_n$) computed in the envelope calculation section 11, and prediction coefficient $W_1 - W_n$. It receives and prediction result y' is obtained by performing the sum-of-products operation shown in above-mentioned (3) types. This forecast y' is supplied to the modulation section 117 as envelope data D116 (drawing 14 (C)) of the audio data with which tone quality has been improved.

[0112] In this way, by modulating the subcarrier D112 supplied from the envelope remainder calculation section 111 with the envelope data D116, the modulation section 117 generates the audio data D117 with which tone quality as shown in drawing 15 (D) has been improved, and outputs this. Incidentally, drawing 16 shows the procedure of the class classification adaptation processing in the audio signal processor 100, and if the audio signal processor 100 goes into the procedure concerned from a step SP 111, it will compute the envelope of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11 in the continuing step SP 112.

[0113] This computed envelope expresses the description of the input audio data D10, and the audio signal processor 10 moves to a step SP 113, and classifies a class according to the class classification section 14 based on an envelope. And the audio signal processor 100 reads a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 115 using the class code obtained as a result of the class classification. This prediction coefficient corresponds for every class by study beforehand, and is stored, and the audio signal processor 100 can use the prediction coefficient corresponding to the description of the envelope at this time by reading the prediction coefficient corresponding to a class code.

[0114] The prediction coefficient read from the prediction coefficient memory 115 is used for the prediction operation of the envelope prediction operation part 116 in a step SP 114. A new envelope for this to obtain the audio data D117 considered as a request by the prediction operation which was adapted for the description of the envelope of the input audio data D10 is computed. If a new envelope is computed in a step SP 114, the audio signal processor 100 will obtain the audio data D117 which consider the subcarrier of the input audio data D10 as a

request by becoming irregular by the new envelope in the continuing step SP 115.

[0115] In this way, the input audio data D10 are changed into the audio data D117 with which the tone quality has been improved, and the audio signal processor 100 moves to a step SP 116, and ends the procedure concerned.

[0116] Next, the study circuit for obtaining beforehand the set of the prediction coefficient for every class memorized to the prediction coefficient memory 15 mentioned above about drawing 14 by study is explained.

[0117] In drawing 16 which attaches and shows the same sign to a corresponding point with drawing 10, the study circuit 130 receives the teacher audio data D130 of the quality of loud sound in the student signal generation filter 37. The student signal generation filter 37 is made as [lengthen / the teacher audio data D130 / for every predetermined time / at the rate of infanticide set up by the rate setting signal D39 of infanticide / between predetermined samples].

[0118] In this case, the prediction coefficient generated changes with rates of infanticide in the student signal generation filter 37, and the audio data reproduced with the above-mentioned audio signal processor 100 according to this also differ. For example, when it is going to improve the tone quality of audio data by making a sampling frequency high in the above-mentioned audio signal processor 100, infanticide processing which reduces a sampling frequency is performed with the student signal generation filter 37. Moreover, when aiming at improvement in tone quality by compensating the data sample which lacked the input audio data D10 in the above-mentioned audio signal processor 100 to this, according to this, it is made as [perform / infanticide processing made to lack a data sample] with the student signal generation filter 37.

[0119] In this way, the student signal generation filter 37 generates the student audio data D37 by predetermined infanticide processing from the teacher audio data D130, and supplies this to the envelope calculation section 31.

[0120] The envelope calculation section 31 computes that envelope about the wave of each divided time domain concerned by the envelope calculation approach mentioned above about drawing 4, after dividing into the field (it carries out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the student audio data D37 supplied from the student signal generation filter 37.

[0121] The envelope calculation section 31 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the student audio data D37 to the class classification section 34 as an envelope data point D31 of the student audio data D37.

[0122] The class classification section 34 is ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) which compresses the envelope data point D31 and generates a compression data pattern. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D31 belongs.

[0123] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D31. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0124] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 14 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0125] Here, the ADRC circuit section sets [the dynamic range of the envelope in the started field] a quantization code to Q for this [DR and / bit rate], setting the data level of m and each envelope data point as L, and quantizes by dividing equally by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified by the same operation as above-mentioned (1) type. Supposing six data points on the envelope computed in

the envelope calculation section 1 in this way consist of 8 bits ($m=8$), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0126] If the compressed envelope data point is set to q_n ($n=1-6$), respectively, thus, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 34 Compressed envelope data point q_n By being based and performing the same operation as above-mentioned (2) types The class code class which shows the class to which the block ($q_1 - q_6$) belongs is computed, and it is the computed class code class concerned. The class code data D34 which express are supplied to the prediction coefficient calculation section 136.

[0127] Thus, the class classification section 34 generates the class code data D34 of the envelope data point D31, and supplies this to the prediction coefficient calculation section 136. Moreover, the envelope data point D31 (x_1, x_2, \dots, x_n) computed based on the student audio data D37 is supplied to the prediction coefficient calculation section 136.

[0128] class code class to which the prediction coefficient calculation section 136 was supplied from the class classification section 34 the student audio data D37 — being based — each class code class every — a normal equation is stood using the envelope data carrier D135 (drawing 15 (B)) extracted from the computed envelope data point D31 and the teacher audio data D130 supplied from the input edge TIN in the envelope calculation section 135.

[0129] namely, the level of n sample of the envelope data point D31 computed based on the student audio data D37 — respectively — x_1, x_2, \dots, x_n ***** — the quantization data of the result of having been alike, respectively and having performed p -bit ADRC — q_1, \dots, q_n ** — it carries out. At this time, it is the class code class of this field. A definition is given like above-mentioned (2) types. And they are x_1, x_2, \dots, x_n , respectively about the level of the envelope data point D31 computed based on the student audio data D37 as mentioned above. When it carries out and level of an envelope wave of the teacher audio data D130 of the quality of loud sound is set to y , they are a prediction coefficient w_1 , and w_2, \dots, w_n for every class code. The linearity presumption type of n tap to depend is set up. Let this be above-mentioned (4) types. Before study, it is w_n . It is an undetermined coefficient.

[0130] In the study circuit 130, it learns to two or more audio data (envelope) for every class code. When a data measurement size is M , above-mentioned (5) types are set up according to above-mentioned (4) types. however, $k=1, 2, \dots$ it is M .

[0131] In $M > n$, they are a prediction coefficient w_1 and \dots, w_n . Since it is not decided uniquely, (6) types define the element of the error vector e (however, $k=1, 2, \dots, M$), and it asks for the prediction coefficient which makes (7) types min. It is a solution method by the so-called least square method.

[0132] w_n according to (7) types here It asks for a partial differential coefficient. In this case, what is necessary is just to calculate each w_n ($n=1-6$) so that (8) types may be set to "0."

[0133] And they are X_{ij} and Y_i like (9) types and (10) types. A definition expresses (8) types as (11) types using a matrix.

[0134] Generally this equation is called the normal equation. In addition, it is $n=6$ here.

[0135] the prediction coefficient calculation section 36 after the input of all the data for study (the teacher audio data D30, the class code class, and audio data point D33) is completed — each class code class the normal equation having shown in above-mentioned (11) equations — standing — this normal equation — sweeping out — general matrix solution methods, such as law, — using — every — w_n ***** — it solves and a prediction coefficient is computed for every class code. The prediction coefficient calculation section 36 writes each computed prediction coefficient (D36) in the prediction coefficient memory 15.

[0136] As a result of performing such study, in the prediction coefficient memory 15, they are the quantization data q_1, \dots, q_6 . The prediction coefficient for presuming the audio data y of the quality of loud sound is stored for every class code for every pattern specified. This prediction coefficient memory 15 is used in the audio signal processor 100 mentioned above about drawing 14. By this processing, study of the prediction coefficient for creating the audio data of the quality of loud sound from the usual audio data according to a linearity presumption type is completed. Incidentally, as an approach of creating the audio data of the quality of loud sound from the usual audio data, not only a linearity presumption type but various approaches can be

applied.

[0137] Thus, the study circuit 130 can generate the prediction coefficient for the interpolation processing in the audio signal processor 100 in consideration of extent which performs interpolation processing in the audio signal processor 100 by performing infanticide processing of the teacher audio data of the quality of loud sound with the student signal generation filter 37.

[0138] In the above configuration, the audio signal processor 100 computes the envelope in the time amount wave field of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11. This envelope changes for every tone quality of the input audio data D10, and the audio signal processor 100 specifies that class based on the envelope of the input audio data D10.

[0139] Beforehand, at the time of study, it asks for the prediction coefficient for obtaining the audio data (teacher audio data) of the quality of loud sound without distortion for every class, and the audio signal processor 10 carries out the prediction operation of the envelope of the input audio data D10 by which the class classification was carried out based on the envelope with the prediction coefficient according to the class. Thereby, since the prediction operation of the envelope of the input audio data D10 is carried out using the prediction coefficient according to the tone quality, the envelope of the audio data wave whose tone quality improved to practically sufficient extent is obtained. The audio data whose tone quality improved are obtained by modulating a subcarrier based on this envelope.

[0140] Moreover, even if phase fluctuation arises at the time of class classification adaptation processing of the input audio data D10 in the audio signal processor 100 by asking for the prediction coefficient corresponding to each about much teacher audio data with which phases differ at the time of the study which generates the prediction coefficient for every class, processing corresponding to phase fluctuation can be performed.

[0141] According to the above configuration, the envelope which can change the input audio data D10 into the audio data D117 of the quality of loud sound much more is generable by carrying out the class classification of the input audio data D10 based on the envelope in the time amount wave field of the input audio data D10, and having been made to carry out the prediction operation of the envelope of the input audio data D10 using the prediction coefficient based on the result concerned by which the class classification was carried out.

[0142] Moreover, although the case where a class classification was carried out based on the envelope data D11 was described in the gestalt of above-mentioned operation While this invention inputs the input audio data D10 not only into this but into the class classification section 14 and performing the class classification based on the wave of the input audio data D10 in the class classification section 14 concerned It may be made to perform the class classification based on both input audio both waves and envelopes D10 by performing the class classification of an envelope in the envelope calculation section 11, and unifying these two classes in the class classification section 14.

[0143] (3) it is the gestalt of other operations — although the case where the envelope calculation approach mentioned above about drawing 5 was used in the gestalt of above-mentioned operation was described — this invention — not only this — for example, other various envelope calculation approaches, such as an approach of only connecting peak value, are applicable.

[0144] moreover, the result of in short having learned this invention not only in this although the case where the technique by linearity primary was used as a prediction method was described in the gestalt of above-mentioned operation — using — it makes — ****ing — for example, — many — when the technique by degree function and the digital data further supplied from an input terminal TIN are image data, various prediction methods, such as technique predicted from the pixel value itself, can be applied.

[0145] moreover — although the case where ADRC generated a compression data pattern in the class classification section 14 was described in the gestalt of above-mentioned operation — this invention — not only this but reversible coding (DPCM:Differential Pulse Code Modulation) Or vector quantization (VQ:Vector Quantize) etc. — you may make it use a compression means

[0146] Moreover, in the gestalt of above-mentioned operation, although the case where a predetermined measurement size was thinned out in the student signal generation filter 37 of the

study circuit 30 was described, this invention can apply other various approaches, such as reducing not only this but the number of bits.

[0147] Moreover, in the gestalt of above-mentioned operation, although the case where this invention was applied to the equipment which processes audio data was described, this invention can be widely applied, when changing not only this but image data, and other various data.

[0148]

[Effect of the Invention] According to this invention, conversion which was adapted for the description of an input digital signal much more can be performed as mentioned above by classifying the class of an input digital signal based on the envelope of an input digital signal, and having changed the input digital signal by the prediction method corresponding to the classified class concerned.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the gestalt of operation of the 1st of the digital-signal-processing equipment by this invention.

[Drawing 2] It is the signal waveform diagram with which explanation of the class classification adaptation processing using an envelope is presented.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of an audio signal processor.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the audio signal transform-processing procedure of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the calculation procedure of an envelope.

[Drawing 6] It is the signal waveform diagram with which explanation of the calculation approach of an envelope is presented.

[Drawing 7] It is the signal waveform diagram with which explanation of the calculation approach of an envelope is presented.

[Drawing 8] It is the signal waveform diagram with which explanation of the calculation approach of an envelope is presented.

[Drawing 9] It is the signal waveform diagram with which explanation of the calculation approach of an envelope is presented.

[Drawing 10] It is the signal waveform diagram with which explanation of the calculation approach of an envelope is presented.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the gestalt of operation of the 1st of the study equipment by this invention.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the gestalt of other operations of digital-signal-processing equipment.

[Drawing 13] It is the block diagram showing the gestalt of other operations of study equipment.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the gestalt of operation of the 2nd of the digital-signal-processing equipment by this invention.

[Drawing 15] It is the signal waveform diagram with which explanation of the class classification adaptation processing by the gestalt of the 2nd operation is presented.

[Drawing 16] It is the flow chart which shows the audio signal transform-processing procedure of the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 17] It is the block diagram showing the gestalt of operation of the 2nd of the study equipment by this invention.

[Description of Notations]

10,100 [.. A prediction coefficient memory, 16 / .. Prediction operation part, 36 / .. The prediction coefficient calculation section, 37 / .. A student signal generation filter, 111 / .. The envelope remainder calculation section, 112 / .. The normalization section, 116 / .. Envelope prediction operation part, 117 / .. Modulation section] 11 An audio signal processor, 31 .. 14 The envelope calculation section, 34 .. The class classification section, 15,115

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.